

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA:**

**INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Tema:**

**“DISEÑO VIAL PARA LA AMPLIACIÓN, RECTIFICACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES LORETO – LA Y LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 22 DE MARZO LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 25 DE ABRIL LONGITUD = 2 KM, PARROQUIA ÁVILA HUIRUNO, CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA”.**

**Autores:**

**MOROCHO YAUROPOMA JAVIER PATRICIO**

**PANELUISA PILICITA EDISON PAUL**

**Tutor:**

**HUGO PATRICIO CARRIÓN LATORRE**

**Quito, julio del 2021**

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Morocho Yauripoma Javier Patricio y Paneluisa Pilicita Edison Paul con documentos de identificación C.I 160051470-5, C.I 172317397-5 respectivamente, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado:

“DISEÑO VIAL PARA LA AMPLIACIÓN, RECTIFICACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES LORETO – LA Y LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 22 DE MARZO LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 25 DE ABRIL LONGITUD = 2 KM, PARROQUIA ÁVILA HUIRUNO, CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente

En aplicación a lo determinado en la ley de la Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada.


En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, julio 2021



Morocho Yauripoma Javier patricio

160051470-5



Paneluisa Pilicita Edison Paul

172317397-5

## DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación,  
“DISEÑO VIAL PARA LA AMPLIACIÓN, RECTIFICACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA  
QUE UNE LAS COMUNIDADES LORETO – LA Y LONGITUD = 2 KM, LA Y –  
COMUNIDAD 22 DE MARZO LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 25 DE ABRIL  
LONGITUD = 2 KM, PARROQUIA ÁVILA HUIRUNO , CANTÓN LORETO, PROVINCIA  
DE ORELLANA” realizado por Morocho Yauripoma Javier Patricio y Paneluisa Pilicita  
Edison Paul, obteniendo un producto que cumple con todos los requerimientos estipulados por  
la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de Titulación.

Quito, julio 2021



.....

Hugo Patricio Carrión Latorre

060301572-8

## **DEDICATORIA**

Es muy grato de mi parte, tener con vida a mis seres queridos, abuelitos, mi madre y hermana a quien dedico el logro alcanzado con esfuerzo y sacrificio.

Paúl Paneluisa

## **DEDICATORIA**

A Dios, mis padres y Hermanos

Javier Morocho

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por prestarme la vida para poder cumplir mis metas propuestas.

Con todo mi amor a mis abuelitos Juan y Susana ellos son un ejemplo de lucha y de no rendirse, y siempre seguir adelante frente a cualquier adversidad que la vida nos tiene deparado, que me inculcaron buenos modales

Con todo fulgor a mi madre María y hermana Lizbeth, supieron aportar con un granito de arena en todo este recorrido hasta llegar a culminar mis estudios Universitarios, siempre estaban en las buenas y en las malas.

A mis docentes quien con sus conocimientos son un pilar fundamental y fueron la principal guía en este camino que se recorrió por las aulas para obtener el título de Ingeniero Civil gracias a ellos existen buenos profesionales con una formación académica acorde con las necesidades para cada proyecto.

Paúl Paneluisa

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, quien me ha permitido hasta el día de hoy disfrutar de su creación y poder culminar una etapa de mi vida.

A mis Padres, que no escatimaron esfuerzo alguno en todos estos años hasta el día de hoy, que, con su ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia influyeron en mi para que el día de hoy pueda estar culminando una etapa de mi vida.

A mis hermanos y familiares que de una u otra forma estuvieron en los buenos y en los malos momentos, gracias por las palabras de aliento en aquellos días que terminar la carrera era una utopía.

A mis compañeros de aulas, que no tiramos la toalla cuando el ser Ingeniero Civil en aquellos años se volvía un reto, que a unos, les quedo corto y a otros no, lo hicimos posible.

También agradecer a todos los Ingenieros que impartieron sus conocimientos en las aulas y permitieron que al día de hoy podamos terminar esta carrera con sólidos conocimientos y poder competir en el mercado laboral de la construcción.

Javier Morocho

Gracias

## TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I .....	1
1 ANTECEDENTES .....	1
1.1 Aspectos Generales .....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Alcance.....	5
1.5 Importancia.....	5
1.6 Propuesta de Intervención y Beneficiarios .....	6
1.7 Objetivos .....	6
1.7.1 Objetivo General .....	6
1.7.2 Objetivos Específicos .....	7
1.8 Localización General del Proyecto .....	7
1.8.1 Límites.....	9
CAPÍTULO II.....	10
2 TOPOGRAFÍA .....	10
2.1 Antecedentes .....	10
2.2 Tipo de Terreno .....	11
2.2.1 Terreno Plano: .....	11
2.2.2 Terreno Ondulado: .....	12
2.2.3 Terreno Montañoso: .....	12
2.2.4 Terreno Escarpado: .....	12
2.3 Sistema de Coordenadas.....	12
2.4 Ubicación del Proyecto .....	15
2.5 Hitos .....	17



CAPÍTULO III.....	19
3 ESTUDIO DE TRÁFICO .....	19
3.1 Antecedentes .....	19
3.2 Alcance.....	19
3.3 Metodología Empleada .....	19
3.3.1 Trabajo en campo .....	20
3.3.2 Trabajo de Gabinete .....	21
3.4 Estación de conteo.....	24
3.5 Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	25
3.5.1 Tráfico promedio Diario Semanal (TPDS) .....	25
3.5.2 Tráfico Promedio Diario Mensual (TPDM).....	27
3.5.3 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) .....	27
3.6 Proyección del tráfico actual .....	29
3.6.1 Tasa de crecimiento vehicular.....	30
3.6.2 Tráfico Desviado (TD).....	32
3.6.3 Tráfico Desarrollado (Td) .....	32
3.6.4 Tráfico Generado (Tg) .....	34
3.7 Asignación de Tráfico .....	36
3.8 Determinación de las clases de vía de acuerdo con el tráfico .....	37
3.9 Clasificación de la vía bajo normativa (MOP 2003).....	37
3.10 Calculo de los ejes equivalentes por el método AASHTO. ....	38
CAPÍTULO IV .....	43
4 ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO .....	43
4.1 Localización del Proyecto .....	43
4.2 Descripción Geológica de la zona de Estudio .....	45

4.3	Tectónica y Estructura Geológica .....	46
4.3.1	Amenazas Sísmicas .....	46
4.3.2	Amenazas volcánicas .....	47
4.3.3	Amenazas de Inundaciones .....	47
4.3.4	Localización de Botadores .....	49
4.4	Propiedades Físicas de la Sub-rasante.....	49
4.4.1	Contenido de Humedad – Norma ASTM 2216.....	51
4.4.2	Límites de Consistencia – ASTM D 4318 .....	51
4.4.2.1	Límite Líquido (LL) .....	51
4.4.2.2	Límite Plástico (LP) .....	52
4.4.3	Proctor Modificado – Norma ASTM D 1557 .....	52
4.4.4	CBR- Norma ASTM D 1883 .....	52
4.4.5	Tamiz 200 – Norma ASTM D 422.....	53
4.4.5.1	Clasificación de suelos (AASHTO) – Norma ASTM D 3282 .....	53
4.4.5.2	Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) – Norma ASTM D 2487	53
4.4.6	Clasificación de suelos AASHTO.....	54
4.4.7	Clasificación de suelos SUCS .....	54
4.4.8	Perfiles Estratigráficos .....	56
4.4.9	Propiedades mecánicas de la Sub rasante .....	60
4.4.9.1	California Bearing Ratio (CBR).....	60
4.4.9.2	Módulo Resiliente de diseño (Mr) .....	62
4.5	Análisis de fuentes de material pétreo.....	63
4.5.1	Localización de la mina.....	64
4.5.2	Especificaciones Técnicas.....	64
4.5.2.1	SUB BASE.....	64

4.5.2.1.1	SUB BASE CLASE 1 .....	65
4.5.2.1.2	SUB BASE CLASE 2 .....	65
4.5.2.1.3	SUB BASE CLASE 3 .....	65
4.5.2.2	BASE .....	66
4.5.2.2.1	BASE CLASE 1.....	67
4.5.2.2.2	BASE CLASE 2.....	67
4.5.2.2.3	BASE CLASE 3.....	68
4.5.2.2.4	BASE CLASE 4.....	69
4.5.3	Clasificación de los materiales de las minas .....	70
4.5.3.1	Base .....	73
CAPÍTULO V .....		76
5	DISEÑO DE PAVIMENTO .....	76
5.1	Generalidades .....	76
5.1.1	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y Periodos de Diseño .....	76
5.1.2	Carga Vehicular de Diseño .....	77
5.1.3	Nivel de Confiabilidad .....	77
5.1.4	Desviación Estándar (So) .....	79
5.1.5	Índice de Serviciabilidad .....	80
5.1.6	Capacidad de Drenaje (mi).....	81
5.2	Diseño de Pavimento flexible (AASHTO 93).....	84
5.2.1	Pavimento Flexible.....	84
5.2.1.1	Determinación del Número Estructural (Sn) para la estructura del Pavimento Flexible .....	84
5.2.1.1.1	SUBRASANTE .....	84
5.2.1.1.2	MEJORAMIENTO .....	86
5.2.1.1.3	SUB – BASE .....	89

5.2.1.1.4	BASE .....	93
5.2.1.1.5	CAPA DE RODADURA .....	95
5.2.2	Determinación de los Espesores de la Estructura Vial.....	98
5.2.2.1	Espesores Parciales de la Estructura vial para 10 años.....	99
5.2.2.2	Espesores Parciales de la Estructura vial para 20 años.....	99
5.2.2.3	Espesores mínimos por Norma .....	99
5.2.2.3.1	Espesores mínimos por norma para 10 años.....	100
5.2.2.3.2	Espesores mínimos por norma para 20 años.....	101
5.2.2.4	Espesores finales de Diseño .....	101
5.2.3	Especificaciones y Cantidades de Obra .....	104
CAPÍTULO VI .....		106
6	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA.....	106
6.1	Generalidades .....	106
6.2	Descripción actual de la Vía.....	106
6.3	Criterios de Diseño de la Vía .....	107
6.3.1	Velocidad de Diseño .....	107
6.3.2	Velocidad de circulación.....	110
6.3.3	Coeficiente de Fricción Lateral .....	111
6.3.4	Peralte.....	112
6.3.5	Radio Mínimo de Curvatura.....	112
6.3.6	Distancia de Visibilidad .....	114
6.3.6.1	Distancia de Visibilidad de Frenado o Parada .....	115
6.3.7	Distancia de Rebasamiento .....	116
6.4	Sección Transversal.....	117
6.4.1	Calzada o Pavimento .....	118
	Espaldones.....	119

6.4.2	Cunetas .....	120
6.4.3	Sección Típica Adoptada .....	120
6.5	Diseño Horizontal .....	121
6.5.1	Curvas Circulares .....	122
6.5.2	Curva Circular Simple.....	122
6.5.3	Transición del Peralte.....	123
6.5.4	Sobre anchos .....	125
6.5.5	Resumen del Diseño Horizontal.....	128
6.6	Diseño Vertical.....	129
6.6.1	Gradientes.....	129
6.6.1.1	Gradientes máximas.....	129
6.6.1.2	Gradientes Mínimas .....	131
6.6.2	Curvas Verticales .....	131
6.6.2.1	Curvas Verticales Convexas.....	132
6.6.2.2	Curvas verticales cóncavas.....	134
6.6.3	Resumen del Diseño Vertical.....	135
6.7	Diseño de Intersecciones.....	136
6.8	Movimientos de Tierra .....	138
6.8.1	Especificaciones y Cantidades de Obra .....	139
6.8.2	Curva de Masas .....	141
CAPÍTULO VII .....		143
7	DISEÑO HIDRÁULICO.....	143
7.1	Alcance.....	144
7.2	Información Utilizada .....	144
7.3	Trazado de la Cuenca de Drenaje.....	145

7.4	Drenaje Longitudinal.....	145
7.5	Drenaje Transversal.....	146
7.6	Diseño de Obras de Drenaje.....	147
7.6.1	Intensidad de Precipitación para un Periodo de Retorno .....	147
7.6.1.1	Periodos de Retorno .....	147
7.6.1.2	Tiempo de Concentración .....	148
7.6.1.3	Intensidad de Lluvias (I-D-F).....	149
7.6.2	Coeficiente de Escorrentía .....	153
7.6.3	Caudales de Diseño .....	155
7.6.3.1	Método Racional .....	155
7.6.3.2	Determinación de caudales de la Cuenca Hidrográfica .....	156
7.6.4	Dimensionamiento de las Obras de Drenaje .....	157
7.6.4.1	Diseño de Cuentas.....	157
7.6.4.1.1	Variables de Diseño.....	157
7.6.4.1.2	Coeficiente de Rugosidad de Manning .....	158
7.6.4.1.3	Geometría de la Cuneta .....	159
7.6.4.1.4	Velocidades Máximas y Mínimas .....	160
7.6.4.2	Diseño de Alcantarillas .....	166
7.6.4.3	Calculo Hidráulico de Alcantarillas.....	167
7.6.4.4	Alcantarillas con Control de Entrada.....	170
CAPÍTULO VIII.....		172
8	SEÑALIZACIÓN .....	172
8.1	Señalización Horizontal .....	172
8.1.1	Clasificación según su forma .....	173
8.1.1.1	Líneas Longitudinales .....	173
8.1.1.2	Líneas de Separación de flujos opuestos .....	173

8.1.1.2.1	Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta	173
8.1.1.2.2	Doble línea continua (línea de barrera): .....	174
8.1.1.2.3	Doble línea mixta .....	175
8.1.1.3	Líneas de separación de carriles .....	176
8.1.1.3.1	Línea segmentada vía de dos carriles .....	176
8.1.1.3.2	Líneas de separación de carril continuas .....	177
8.1.1.4	Líneas de borde de calzada .....	178
8.1.1.4.1	Líneas de borde de calzada continua .....	178
8.1.1.4.2	Líneas de prohibición de estacionamiento .....	179
8.1.1.4.3	Transiciones por reducción o ampliaciones de carriles	180
8.1.1.5	Líneas Transversales.....	180
8.1.1.5.1	Líneas de Pare .....	180
8.1.1.5.2	Línea de ceda el paso .....	181
8.1.1.5.3	Línea de detención.....	182
8.1.1.5.4	Línea de cruce peatonal .....	183
8.1.1.6	Símbolos y Leyendas .....	184
8.1.2	Clasificación según su Altura.....	184
8.2	Señalización vertical .....	185
8.2.1	Clasificación de señales verticales y sus funciones .....	185
8.2.1.1	Señales regulatorias (Código R) .....	185
8.2.1.1.1	Pare (R1-1) .....	185
8.2.1.1.2	Ceda el Paso (R1-2) .....	186
8.2.1.1.3	No virar en U (R2-8) .....	187
8.2.1.1.4	No rebasar.....	187
8.2.1.1.5	Límite máximo de velocidad (R4-1) .....	188

8.2.1.2	Señales preventivas (Código P) .....	188
8.2.1.2.1	Curva abierta a la izquierda (P1-2I) derecha / (P1-2D) .	188
8.2.1.2.2	Bifurcacion en “Y” (P2-7).....	189
8.2.1.2.3	Fin de pavimento (P6-10).....	189
8.2.1.2.4	Animales en la via (P6-17) .....	190
8.2.1.3	Señales de Información (Código I) .....	190
8.2.1.4	Señales especiales delineadoras (Código D) .....	191
8.2.1.4.1	Alineamiento horizontal (D6 - 1I) o (D6 - 1D) .....	191
8.2.1.5	Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T)	
	193	
8.3	Reductores de Velocidad.....	193
8.3.1	Resalto.....	194
8.4	Especificaciones Técnicas y Normativas INEN.....	195
8.4.1	Señalización Horizontal .....	195
8.4.2	Señalización vertical .....	195
8.5	Materiales a ser Utilizados en la Señalización Horizontal y Vertical .....	195
8.5.1	Pinturas para señalamiento del tránsito .....	195
8.5.2	Lamina de las señales .....	196
8.5.3	Postes.....	196
8.5.3.1	Postes metálicos.....	196
CAPÍTULO IX .....		197
9	EVALUACION AMBIENTAL.....	197
9.1	Marco legal Ambiental.....	197
9.1.1	Marco Legal y sus Artículos Correspondientes .....	198
9.2	Antecedentes .....	200
9.3	Diagnóstico de la situación .....	200



9.3.1	Área de influencia socio económica.....	201
9.4	Ubicación de la escombrera .....	202
9.5	Caracterización ambiental .....	202
9.5.1	Sistema físico. ....	204
9.5.1.1	Información climática.....	204
9.5.1.2	Precipitación.....	204
9.5.1.3	Temperatura .....	204
9.5.1.4	Humedad Realtiva .....	205
9.5.1.5	Nubosidad .....	206
9.5.1.6	Velocidad del viento.....	206
9.5.1.7	Balance hídrico.....	207
9.5.1.8	Heliófila .....	208
9.5.1.9	Información geológica.....	208
9.5.1.10	Uso y cobertura del suelo .....	210
9.5.1.11	Aptitud Agrícola de la zona. ....	211
9.5.1.12	Recurso del Agua.....	212
9.5.2	Sistema Biótico .....	213
9.5.2.1	Recurso Flora.....	213
9.5.2.2	Recurso Fauna .....	213
9.5.3	Sistema Socio Cultural .....	214
9.5.3.1	Localización y descripción de los asentamientos humanos.....	214
9.5.3.2	Educación .....	214
9.5.3.3	Atractivos turísticos .....	215
9.5.3.4	Salud.....	216
9.6	Identificación de Impactos Ambientales .....	217
9.6.1	Evaluación de impactos ambientales.....	217

9.6.1.1	Magnitud .....	218
9.6.1.2	Importancia .....	218
9.7	Plan de Manejo Ambiental .....	219
9.7.1	Plan de Prevención, mitigación y remediación de Impactos Ambientales	
	219	
9.7.1.1	Matriz de Leopold .....	229
9.8	Cronograma Valorado del Plan del Manejo Ambiental .....	232
CAPÍTULO X.....		233
10	ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS .....	233
10.1	Análisis de Precios Unitarios .....	233
10.1.1	Costos directos .....	233
10.1.2	Costos Indirectos .....	233
10.2	Presupuesto de la Obra .....	234
10.2.1	Cantidades de Obra .....	234
10.3	Cronograma Valorado de ejecución .....	236
10.4	Ruta Critica .....	236
10.5	Calculo de beneficios Valorados.....	236
10.5.1	Costo de los Combustible.....	237
10.5.2	Costo de los Neumáticos .....	238
10.5.3	Costo de los Amortiguadores .....	239
10.5.4	Costo del sistema de frenos .....	240
10.5.5	Costo del Cambio del sistema de Aceite .....	241
10.5.6	Costo del Transporte de productos.....	242
10.5.7	Plusvalía del sector .....	244
10.6	Evaluación Económica Financiera .....	245

10.6.1	Mantenimiento Vial.....	246
10.6.2	Valor Actual Neto (VAN) .....	247
10.6.3	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	248
10.6.4	Beneficio / Costo .....	249
10.6.5	Fórmula Polinómica .....	252
CAPÍTULO XI .....		254
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	254
11.1	Conclusiones .....	254
11.2	Recomendaciones.....	256

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del Proyecto</i> .....	8
Figura 2 <i>Ubicación del Cantón Loreto</i> .....	9
Figura 3 <i>Imagen Satelital de la Ubicación del Proyecto</i> .....	16
Figura 4 <i>Ubicación de los Hitos en la Vía</i> .....	18
Figura 5 <i>Hitos en la Vía</i> .....	18
Figura 6 <i>Trabajo de Campo con el Aforador</i> .....	20
Figura 7 <i>Formulario para el conteo del TPDA</i> .....	20
Figura 8 <i>Clasificación Vehicular del Proyecto</i> .....	21
Figura 9 <i>Distribución del Tráfico Total en Porcentajes</i> .....	23
Figura 10 <i>Ubicación de la Estación de Conteo</i> .....	24
Figura 11 <i>Rutas Existentes en el Proyecto de Estudio</i> .....	32
Figura 13 <i>Estadística Vehicular de la Provincia de Orellana</i> .....	34
Figura 14 <i>Ubicación del Proyecto de Estudio en la Provincia de Orellana</i> .....	44
Figura 15 <i>Mapa de Riesgo Sísmico del Ecuador</i> .....	46
Figura 16 <i>Registros Sísmicos, en el cantón Loreto</i> .....	47
Figura 17 <i>Zonas Susceptibles a Inundaciones</i> .....	48
Figura 18 <i>Toma de Muestras de la Subrasante, a través de Calicatas</i> .....	51
Figura 19 <i>Perfil Estratigráfico Tramo 1, Clasificación AASHTO</i> .....	56
Figura 20 <i>Perfil Estratigráfico Tramo 2, Clasificación AASHTO</i> .....	57
Figura 21 <i>Perfil Estratigráfico Tramo 1, Clasificación SUCS</i> .....	58
Figura 22 <i>Perfil Estratigráfico Tramo 2, Clasificación SUCS</i> .....	59
Figura 23 <i>Faja Granulométrica del Material, de la Mina Cepano</i> .....	72
Figura 24 <i>Faja Granulométrica del Material, de la Mina Guayusa</i> .....	75

Figura 25 <i>Número Estructural requerido de la Sub rasante (Snrequerido) para un Periodo de 10 Años</i> .....	85
Figura 26 <i>Número Estructural requerido de la Sub rasante (Snrequerido) para un Periodo de 20 Años</i> .....	86
Figura 27 <i>Abaco en donde se determina los Parámetros de Resistencia del Material Mejoramiento</i> .....	87
Figura 28 <i>Número Estructural del Mejoramiento (Sni) para un Periodo de 10 Años</i> .....	88
Figura 29 <i>Número Estructural del Mejoramiento (Sni) para un Periodo de 20 Años</i> .....	89
Figura 30 <i>Abaco correspondiente a los parámetros de resistencia de la sub - base</i> .....	90
Figura 31 <i>Número estructural de la sub base para pavimento flexible para un periodo de 10 años</i> .....	91
Figura 32 <i>Número estructural de la sub base para pavimento flexible para un periodo de 20 años</i> .....	92
Figura 33 <i>Abaco correspondiente a los parámetros de resistencia de la Base</i> .....	93
Figura 34 <i>Número estructural de la Base para pavimento flexible para un periodo de 10 años</i> .....	94
Figura 35 <i>Número estructural de la Base para pavimento flexible para un periodo de 20 años</i> .....	95
Figura 36 <i>Abaco Correspondiente para la Carpeta Asfáltica</i> .....	96
Figura 37 <i>Números estructurales, de las capas para un periodo de 10 Años</i> .....	97
Figura 38 <i>Números estructurales, de las capas para un periodo de 20 Años</i> .....	97
Figura 39 <i>Espesores de diseño finales para un periodo de 10 años</i> .....	103
Figura 40 <i>Espesores de diseño finales para un periodo de 20 años</i> .....	103
Figura 41 <i>Distancia de Visibilidad de Parada</i> .....	115
Figura 42 <i>Sección transversal típica mixta, pavimentada en recta</i> .....	118

Figura 43 <i>Sección Transversal de la Vía</i> .....	121
Figura 44 <i>Elementos Geométricos de una Curva Simple</i> .....	122
Figura 45 <i>Transición del Peralte</i> .....	124
Figura 46 <i>Sobre-ancho en las Curvas</i> .....	126
Figura 47 <i>Elección del Tipo de Intersección</i> .....	137
Figura 48 <i>Esquema de Intersección en “T” o “Y”</i> .....	138
Figura 52 <i>Diagrama de Masas del Tramo I, del Proyecto</i> .....	142
Figura 53 .....	142
<i>Diagrama de Masas del Tramo II, del Proyecto</i> .....	142
Figura 54 <i>Trazado de la Cuenca de Drenaje</i> .....	145
Figura 55 <i>Estaciones Pluviográficas cercanas al Proyecto</i> .....	149
Figura 56 <i>Mapa de Zonas de Intensidades del Ecuador</i> .....	150
Figura 57 <i>Curvas I - D - F</i> .....	152
Figura 58 <i>Propiedades Geométricas, de la Sección Típica Adoptada</i> .....	160
Figura 59 <i>Coeficientes de Rugosidad de manning, para materiales usados en alcantarillas</i> .....	167
Figura 60 <i>Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta</i> .....	174
Figura 61 <i>Doble línea continua(línea barrera),con ejemplo de tachas a 12.0 m</i> .....	175
Figura 62 <i>Doble línea mixta: continua y segmentada</i> .....	176
Figura 63 <i>Líneas de separación de carriles segmentados</i> .....	177
Figura 64 <i>Líneas continuas de borde, con espaldón o berma</i> .....	178
Figura 65 <i>Líneas continuas de borde , sin espaldón o berma</i> .....	179
Figura 66 <i>Línea de prohibición de estacionamiento en bordillo</i> .....	179
Figura 67 <i>Línea de pare en intersecciones con señal vertical de pare</i> .....	181
Figura 68 <i>Ceda el Paso en vía Bi direccional</i> .....	182
Figura 69 <i>Línea de detención</i> .....	183

Figura 70 <i>Líneas de cruce cebra</i> .....	184
Figura 71 <i>Señalización vertical de Pare</i> .....	186
Figura 72 <i>Señalización vertical de seda el Paso</i> .....	186
Figura 73 <i>Señalización vertical (No girar en U)</i> .....	187
Figura 74 <i>Señalización Vertical, No rebasar</i> .....	187
Figura 75 <i>Señalización vertical, límite máxima de velocidad</i> .....	188
Figura 76 <i>Señalización vertical, curva abierta a la izquierda y derecha</i> .....	189
Figura 77 <i>Señalización vertical, Bifurcación en Y</i> .....	189
Figura 78 <i>Señalización Vertical, Fin del pavimento</i> .....	190
Figura 79 <i>Señalización vertical, Animales en la vía</i> .....	190
Figura 80 <i>Señalización vertical, Señales de advertencia de destino</i> .....	191
Figura 81 <i>Señalización vertical, Delineadores de curva horizontal</i> .....	192
Figura 82 <i>Señalización vertical, Delineadores de curva horizontal</i> .....	192
Figura 83 <i>Señalización vertical, Ubicación longitudinal de los delineadores de curva horizontal</i> .....	193
Figura 84 <i>Resalto en calzada bidireccional de circulación</i> .....	194
Figura 85 <i>Mapa del Relieve de la Parroquia Ávila Huirino</i> .....	201
Figura 86 <i>Nubosidad Mensual Estación M 1221 "San José de Payamino"</i> .....	206
Figura 87 <i>Velocidad media y frecuencias de viento Estación M1221 "San José de Paya mino"</i> .....	207
Figura 88 <i>Balance Hídrico – Estación Coca Aeropuerto</i> .....	207
Figura 89 <i>Mapa Geológico de la Parroquia Ávila Huirino</i> .....	209
Figura 90 <i>Componente Biofísico, Geológico clasificación por Formación</i> .....	209
Figura 91 <i>Mapa de Usos de Suelo</i> .....	210
Figura 92 <i>Mapa de Aptitud Agrícola en la Parroquia Ávila Huirino</i> .....	211

Figura 93 <i>Mapa de Ríos y Micro Cuencas</i> .....	212
Figura 94 <i>Distribución de Lugares Turísticos en la Parroquia Ávila Huirino</i> .....	216
Figura 96 <i>Descripción del contenido de la fórmula Polinómica</i> .....	253



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Población Beneficiada por el Proyecto</i> .....	6
Tabla 2 <i>Coordenadas del Proyecto</i> .....	8
Tabla 3 <i>Ficha Técnica, del Equipo Utilizado</i> .....	13
Tabla 4 <i>Ficha Técnica del GPS</i> .....	14
Tabla 5 <i>Coordenadas UTM del Proyecto, Tramo # 1</i> .....	15
Tabla 6 <i>Coordenadas UTM del Proyecto, Tramo # 2</i> .....	15
Tabla 7 <i>Coordenadas Geográficas del Proyecto, Tramo #1</i> .....	16
Tabla 8 <i>Coordenadas Geográficas del Proyecto, Tramo #2</i> .....	16
Tabla 9 <i>Coordenadas de los Hitos</i> .....	17
Tabla 10 <i>Resumen de Conteo Vehicular en la Estación 1, ABS 1+740, Tramo I</i> .....	21
Tabla 11 <i>Resumen del Conteo Vehicular en la Estación I, ABS 1+740, Tramo II</i> .....	22
Tabla 12 <i>Compendio del Tráfico Total, en la Estación 1, ABS 1+740</i> .....	23
Tabla 13 <i>Estación de Conteo Manual</i> .....	24
Tabla 14 <i>Resumen del Ajuste del Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)</i> .....	26
Tabla 15 <i>Resumen del Ajuste del Tráfico Diario Mensual (TPDM)</i> .....	27
Tabla 16 <i>Consumo Anual de Combustible del Canto Loreto, Año 2019</i> .....	28
Tabla 17 <i>Factor de Ajuste Mensual</i> .....	28
Tabla 18 <i>Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)</i> .....	29
Tabla 19 <i>Tasa de Crecimiento Vehicular</i> .....	30
Tabla 20 <i>Tráfico Proyectado de 10 y 20 años</i> .....	31
Figura 12 <i>Tráfico Desarrollado</i> .....	33
Tabla 21 <i>Tráfico Generado del Proyecto</i> .....	35
Tabla 22 <i>Tráfico Promedio Diario Anual Total (TPDA)</i> .....	36
Tabla 23 <i>Resumen del Tráfico Promedio Diario Anual para 10 y 20 años respectivamente</i> .	37

Tabla 24 <i>Clasificación de Carretera en Función al Tráfico Proyectado</i> .....	38
Tabla 25 <i>Clasificación en Función de la Vía del Proyecto</i> .....	38
Tabla 26 <i>Factor Carril</i> .....	39
Tabla 27 <i>Factor Dirección</i> .....	40
Tabla 28 <i>Formulas Simplificadas para el Cálculo del Factor de Equivalencia de Carga</i> .....	40
Tabla 29 <i>Determinación de ESAL'S para el Año Base</i> .....	41
Tabla 30 <i>Número de Ejes Equivalentes (ESAL'S) para un Periodo de 10 Años</i> .....	41
Tabla 31 <i>Número de Ejes Equivalentes (ESAL'S) para un Periodo de 20 Años</i> .....	42
Tabla 32 <i>Coordenadas de la Ubicación del Proyecto, Tramo I</i> .....	43
Tabla 33 <i>Coordenadas de la Ubicación del Proyecto, Tramo II</i> .....	43
Tabla 34 <i>Tipo de Área de Formación</i> .....	45
Tabla 35 <i>Espaciamiento Aproximado de las Perforaciones</i> .....	49
Tabla 36 <i>Distribución de Abscisas de Calicatas, en toda la Longitud de la Vía</i> .....	50
Tabla 37 <i>Clasificación de Suelos según AASHTO y SUCS</i> .....	55
Tabla 38 <i>Clasificación de la Sub rasante en función del CBR</i> .....	60
Tabla 39 <i>Resultados de los ensayos de CBR en cada Abscisa, realizado en la vía.</i> .....	61
Tabla 40 <i>Determinación del Percentil 85</i> .....	62
Tabla 41 <i>Localización de las Minas Seleccionadas para el Proyecto</i> .....	64
Tabla 42 <i>Características Mecánicas mínimas de la Sub-base</i> .....	64
Tabla 43 <i>Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de la malla Cuadrada</i> .....	66
Tabla 44 <i>Características Mecánicas Mínimas de la Base</i> .....	66
Tabla 45 <i>Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de Malla Cuadrada</i> .....	67
Tabla 46 <i>Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de Malla Cuadrada</i> .....	68
Tabla 47 <i>Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de la Malla Cuadrada</i> .....	69
Tabla 48 <i>Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de Malla Cuadrada</i> .....	69

Tabla 49 <i>Peso de la Muestra en (gr) para el Ensayo de Abrasión</i> .....	70
Tabla 50 <i>Resultados del Ensayo de Abrasión de la Mina Cepano</i> .....	70
Tabla 51 <i>Granulometría del Material de la mina Cepano</i> .....	71
Tabla 52 <i>Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de la malla Cuadrada</i> .....	72
Tabla 53 <i>Peso de la Muestra en (gr), para el Ensayo de Abrasión, de la Mina Guayusa</i> .....	73
Tabla 54 <i>Resultados del Ensayo de Abrasión, de la Mina Guayusa</i> .....	73
Tabla 55 <i>Granulometría del Material, de la Mina Guayusa</i> .....	74
Tabla 56 <i>Porcentaje en Peso que pasa a Través de los Tamices de la malla Cuadrada</i> .....	74
Tabla 57 <i>Tráfico Promedio Diario Anual para periodos comprendidos entre 10 y 20 años</i> ..	77
Tabla 58 <i>Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes Esal's, para periodos comprendidos entre 10 y 20 años</i> .....	77
Tabla 59 <i>Niveles de Confiabilidad Sugeridos por Varias Clasificaciones Funcionales</i> .....	78
Tabla 60 <i>Valores de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar (Zr)</i> .....	79
Tabla 61 <i>Valores de Desviación Estándar (So), para Pavimentos Rígidos y Flexibles</i> .....	79
Tabla 62 <i>Índice de Serviciabilidad de Diseño</i> .....	80
Tabla 63 <i>Tiempo de Remoción del Agua en Función de la Calidad del Drenaje</i> .....	81
Tabla 64 <i>Precipitación Media Mensual - Estación M 0563 Loreto</i> .....	82
Tabla 65 <i>Valores de (mi) recomendados para los coeficientes de capa asfáltica modificados de materiales de base, y sub base no tratada en pavimentos Flexibles</i> .....	83
Tabla 66 <i>Parámetros de la Sub rasante</i> .....	84
Tabla 67 <i>Resumen de los parámetros de la Capa de Mejoramiento, para determinar el número estructural de diseño.</i> .....	88
Tabla 68 <i>Resumen de los parámetros de la Sub – base para determinar el número estructural de diseño.</i> .....	91

Tabla 69 <i>Resumen de los parámetros de la Base para determinar el número estructural de diseño.</i> .....	94
Tabla 70 <i>Criterios de control de calidad de mezclas asfálticas.</i> .....	96
Tabla 71 <i>Descripción de la Ecuación AASHTO</i> .....	98
Tabla 72 <i>Espesores en (in) para un periodo de 10 Años</i> .....	99
Tabla 73 <i>Espesores en (in) para un periodo de 20 Años</i> .....	99
Tabla 74 <i>Espesores Mínimos en pulgadas (in) Recomendados por la AASHTO en función de los números Esal's</i> .....	100
Tabla 75 <i>Espesores mínimos recomendados por Norma, en Función del número de Esal's para un periodo de 10 años</i> .....	100
Tabla 76 <i>Espesores Mínimos recomendados por Norma, en Función del número de Esal's para un periodo de 20 años</i> .....	101
Tabla 77 <i>Espesores de Diseño Definitivos, para un Periodo de 10 años</i> .....	101
Tabla 78 <i>Espesores de Diseño Definitivos, para un Periodo de 20 Años</i> .....	102
Tabla 79 <i>Cantidades de Obra, Tramo I</i> .....	104
Tabla 80 <i>Cantidades de Obra, Tramo II</i> .....	104
Tabla 81 <i>Cantidades finales de la Obra de Proyecto</i> .....	105
Tabla 82 <i>Velocidades de Diseño en Función de la Categoría de la vía y Tipo de Terreno.</i>	108
Tabla 83 <i>Velocidades de Diseño en Función de la Categoría de la vía y del TPDA</i> .....	109
Tabla 84 <i>Velocidad de Circulación</i> .....	111
Tabla 85 <i>Valores de Radios Mínimos para una Curva Horizontal</i> .....	114
Tabla 86 <i>Distancia de Visibilidad para Parada de un vehículo</i> .....	116
Tabla 87 <i>Distancia mínimas de Visibilidad para el Rebasamiento de un Vehículo</i> .....	117
Tabla 88 <i>Anchos de Calzada</i> .....	119
Tabla 89 <i>Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones</i> .....	120

Tabla 90 <i>Dimensiones, de la sección transversal de la vía</i> .....	121
Tabla 91 <i>Gradiente Longitudinal para el Desarrollo del Peralte</i> .....	125
Tabla 92 .....	127
<i>Sobre anchos para diferentes velocidades de diseño</i> .....	127
Tabla 93 <i>Resumen del Diseño Horizontal del Tramo I</i> .....	128
Tabla 94 <i>Resumen del Diseño Horizontal del Tramo II</i> .....	128
Tabla 95 <i>Gradientes Longitudinales Máximas</i> .....	130
Tabla 96 <i>Longitudes Máximas en función de sus Gradientes máximas</i> .....	130
Tabla 97 <i>Curvas Verticales Convexas Mínimas</i> .....	133
Tabla 98 <i>Valores de K, para curvas verticales cóncavas mínimas</i> .....	134
Tabla 99 <i>Resumen del Diseño Vertical del Tramo I</i> .....	135
Tabla 100 <i>Resumen del Diseño Vertical del Tramo II</i> .....	135
Figura 49 <i>Volúmenes de Corte y Relleno, Tramo I</i> .....	140
Figura 50 <i>Volúmenes de Corte y Relleno, Tramo II</i> .....	140
Figura 51 <i>Volúmenes de Corte y Relleno Totales, del Proyecto</i> .....	141
Tabla 101 <i>Tiempos de Concentración</i> .....	148
Tabla 102 <i>Estación Pluviográfica Chota Punta M 0710</i> .....	151
Tabla 103 <i>Intensidades máximas en 24 h para varios periodos de retorno</i> .....	151
Tabla 104 <i>Intensidades Máximas Diarias, estación M 0710 ,Tr 25, Tr 50</i> .....	152
Tabla 105 <i>Coeficientes de Escorrentía (c)según las características de la Superficie</i> .....	154
Tabla 106 <i>Coeficientes de Escorrentía para Tr 25 años</i> .....	155
Tabla 107 <i>Coeficientes de Escorrentía para Tr 50 años</i> .....	155
Tabla 108 <i>Caudales de Diseño de alcantarillas, Tramo I</i> .....	156
Tabla 109 <i>Caudales de Diseño de alcantarillas, Tramo II</i> .....	157
Tabla 110 <i>Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo, lado Izquierdo</i> .....	162

Tabla 111 <i>Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo, lado Derecho</i> .....	163
Tabla 112 <i>Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo 2, lado Izquierdo</i> .....	164
Tabla 113 <i>Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo 2, lado Derecho</i> .....	165
Tabla 114 <i>Diseño de Alcantarillas Tramo I</i> .....	168
Tabla 115 <i>Diseño de Alcantarillas Tramo II</i> .....	169
Tabla 116 <i>Determinación de la Altura de Entrada (He), de las alcantarillas, del Tramo I</i> .	171
Tabla 117 <i>Determinación de la Altura de Entrada (He), de las alcantarillas, del Tramo II</i>	171
Tabla 118 <i>Relación señalización lineal de separación de circulación opuesta segmentada</i>	174
Tabla 119 <i>Relación señalización / línea de espaciamiento de carril</i> .....	177
Tabla 120 <i>Catálogo de Categorización Ambiental Nacional</i> .....	203
Tabla 121 <i>Datos de Precipitación en el sector, Estación Loreto M 0563</i> .....	204
Tabla 122 <i>Temperatura media mensual y anual (°C), Estación Coca – Aeropuerto</i> .....	205
Tabla 123 <i>Valores medios mensuales de humedad relativa del aire en (%), Estación Coca- Aeropuerto</i> .....	205
Tabla 124 <i>Valores medios mensuales de heliófila, Estación Palmoriente Huashito</i> .	208
Tabla 125 <i>Nivel de Educación de la Población de la Parroquia Ávila Huirino</i> .....	215
Figura 95 <i>Lugares de Atención de Salud</i> .....	216
Tabla 126 <i>Valores Asignados, para la evaluación del Impacto Ambiental</i> .....	219
Tabla 127 <i>Plan de prevención y mitigación de impactos en el suelo</i> .	220
Tabla 128 <i>Plan de prevención y mitigación de impactos en el Aire</i> .....	221
Tabla 129 <i>Plan de prevención y mitigación de impactos en el Agua</i> .....	222
Tabla 130 <i>Plan de Desechos Comunes</i> .....	223
Tabla 131 <i>Plan de seguridad y salud ocupacional</i> .....	224
Tabla 132 <i>Plan de señalización</i> .	225
Tabla 133 <i>Plan de contingencia</i> .	226

Tabla 134 <i>Plan de Reforestación con Plantas Nativas</i> .....	227
Tabla 135 <i>Plan de Retiro de Desechos Comunes y Entrega del Área</i> .....	228
Tabla 136 <i>Valoración de los Impactos Ambientales del Proyecto</i> .....	229
Tabla 137 <i>Valoración del Impacto Ambiental</i> .....	230
Tabla 138 <i>Matriz de Leopold</i> .....	231
Tabla 139 <i>Cantidades de Obra del Proyecto</i> .....	235
Tabla 140 <i>Costo Total del combustible (extra y diésel), antes de la ejecución del proyecto</i>	237
Tabla 141 <i>Costo Total del combustible (extra y diésel), después de la ejecución del proyecto</i> .....	238
Tabla 142 <i>Costo Total, del cambio de Neumáticos, antes de la Ejecución del Proyecto</i> .....	238
Tabla 143 <i>Costo Total, del cambio de Neumáticos, después de la Ejecución del Proyecto</i> .	239
Tabla 144 <i>Costo Total, del cambio de Amortiguadores, antes de la Ejecución del Proyecto</i>	239
Tabla 145 <i>Costo Total, del cambio de Amortiguadores, después de la Ejecución del Proyecto</i> .....	240
Tabla 146 <i>Costo Total, del cambio del sistema de frenos, antes de la Ejecución del Proyecto</i> .....	240
Tabla 147 <i>Costo Total, del cambio del sistema de frenos, después de la Ejecución del proyecto</i> .....	241
Tabla 148 <i>Costo Total, del cambio del sistema de aceite, antes de la Ejecución del Proyecto</i> .....	241
Tabla 149 <i>Costo Total, del cambio del sistema de aceite, después de la Ejecución del Proyecto</i> .....	242
Tabla 150 <i>Costo Total, del servicio de Transporte, antes de la Ejecución del Proyecto</i> .....	243
Tabla 151 <i>Costo Total, del servicio de Transporte, después de la ejecución del proyecto</i> ...	243
Tabla 152 <i>Beneficios Totales, al Parque Automotor y Población</i> .....	244

Tabla 153 <i>Proyección de beneficios totales del proyecto para el periodo de diseño de 20 años.</i> .....	245
Tabla 154 <i>Mantenimiento vial</i> .....	246
Tabla 155 <i>Determinación del VAN,TIR,B/C del proyecto</i> .....	250
Tabla 156 <i>Ruta Critica</i> .....	251
Tabla 157 <i>Reajustes de precios con la Fórmula Polinómica</i> .....	252



## RESUMEN

El presente proyecto consta con una longitud de 6 km, el cual beneficia a las comunidades 22 de marzo y Comunidad 25 de abril del canto Loreto, las cuales podrán contar con una vía de acceso en óptimas condiciones que permita mejorar la calidad de vida y dinamizar la economía del sector. Se inició el proyecto con los estudios topográficos; continuado con el estudio de tránsito vehicular y geométrico, de los cuales se obtuvo como resultado una faja de puntos con coordenadas y altura, además el número de vehículos que transitan por la vía del proyecto, obteniendo las solicitaciones de carga a la cual va estar expuesta la estructura vial y curvas horizontales y verticales. Cuenta con estudios de laboratorio en los cuales se determina el tipo de suelo, la calidad de la sub rasante y de los materiales a ser utilizados en la estructura del pavimento. Además, cuenta con estudios Hidrológicos – hidráulicos y de señalización los cuales permiten obtener datos de Intensidades máximas para un periodo de retorno, Caudales de diseño para las obras de drenaje longitudinal, transversal, y señales preventivas, informativas y regulatorias, otorgando al usuario seguridad. Y por último cuenta con un estudio de impacto ambiental y económico -financiero, que permite evaluar los impactos físicos (agua, aire, suelo, clima), Biótico (flora, Fauna), mediante la matriz de Leopold, y permite establecer la viabilidad del proyector a través de indicadores económicos con son el VAN, TIR, B/C.

***Palabras Clave:*** Estudios Topográficos, Estructura Vial, Curvas Horizontales, Curvas Verticales, Caudal de Diseño, Drenaje Longitudinal, Drenaje Transversal, Impacto Ambiental, Indicadores Económicos.

## ABSTRACT

This project consists of a length of 6 km, which benefits the communities of March 22 and Community of April 25 of the Loreto Canto, which will be able to have an access road in optimal conditions that allows improving the quality of life and dynamizing the economy of the sector. The project was started with survey studies; continued with the vehicular and geometric traffic study, from which a sash of points with coordinates and height was obtained, in addition to the number of vehicles transiting the project track, obtaining the requests for cargo to which the road structure and horizontal and vertical curves will be exposed. It has laboratory studies in which the type of soil is determined, the quality of the sub-level and the materials to be used in the structure of the pavement. In addition, it has Hydrological – hydraulic and signaling studies, which allow to obtain data of maximum intensities for a return period, design flows for longitudinal, transverse drainage works, and preventive, informative and regulatory signals, giving the user safety. Finally, it has an environmental and economic-financial impact study, which allows to evaluate the physical impacts (water, air, soil, climate), Biotic (flora, Fauna), through the matrix of Leopold, and allows to establish the viability of the projector through economic indicators with are the VAN, TIR, B/C.

**Keywords:** *Topographic Studies, Road Structure, Horizontal Curves, Vertical Curves, Design Flow, Longitudinal Drainage. Transversal Drainage, Environmental Impact, Economic Indicators.*

## **CAPÍTULO I**

### **1 ANTECEDENTES**

#### **1.1 Aspectos Generales**

“En el cantón Loreto, de acuerdo al levantamiento de información realizado por el ministerio de educación en el cantón cuenta con 77 establecimientos de educación que atienden a 9164 estudiantes, de estas 83% son fiscales y el 17% son fisco misional” (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 285).

Dentro del sistema de salud, la dirección distrital 22D02, corresponde a 2 cantones de la provincia de Orellana, existiendo para la atención de 31 establecimientos de salud y una unidad móvil, adicional se cuenta con 1 establecimiento del Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas (ISSFA), 1 del Instituto de Seguridad Social de la Policía Nacional (ISSPOL) y 5 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), mismos que corresponden a la Red Pública Integral de Salud (RPIS) (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 287).

Dentro del sistema económico, del cantón Loreto, la estructura productiva se muestra por el valor agregado bruto (VAB) y por rama de actividad económica.

Las ramas de actividad incluyen:

- **Primaria**

“Agricultura, ganadería, caza, silvicultura, y pesca” (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 206).

- **Secundaria**

“Explotación de minas y canteras, industria manufacturera, suministro de electricidad, gas y agua, y construcción” (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 206).

- **Terciaria**

Comercio al por mayor y al por menor, Hoteles y restaurantes, Transporte, almacenamiento y comunicaciones, Intermediación financiera, Servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler, Administración pública, defensa y seguridad social, Educación, Servicios sociales y de salud, Servicios comunitarios, sociales y personales, Servicios a los hogares y servicio doméstico y Servicio de organizaciones extraterritoriales (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 206).

Las principales actividades económicas del cantón Loreto son la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, en el análisis de la actividad económica se considera la organización social productiva, en donde existe un alto grado de vinculación familiar, sin que existan fuertes nexos con el mercado externo para la comercialización de los productos, se trata de una economía de subsistencia, en donde la producción no cuenta con grandes capacidades de comercialización, es de tipo primaria y sin valor agregado (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 206).

## **1.2 Planteamiento del Problema**

Las comunidades 22 de marzo y 25 de abril pertenecientes a la Parroquia Ávila Huiruno del Cantón Loreto, situada en la zona rural del cantón, en donde su actividad económica principal es la agricultura y ganadería y su medio de transporte para la comercialización de los productos agrícolas es de vía terrestre por ende es necesario y de vital importancia contar con una vía que otorgue confort y seguridad a los pobladores del sector.

El estado de la capa de rodadura, de la vía, que une a las comunidades mencionadas es de material granular (mejoramiento), presenta un deterioro en toda la longitud de la vía, con presencia de cantos rodados en la superficie, material fino casi inexistente, debido a las precipitaciones que existen en el sector y al no contar con un buen sistema de drenaje que permita evacuar en el menor tiempo posible la escorrentía superficial genera este tipo de deterioro rápido de la vía.

Con el deterioro de la vía se genera problemas al parque automotor del sector, el costo de las carreras es altas debido a las condiciones de la vía, el costo de los productos también se encarece debido a ello y el tiempo de traslado de los pobladores de las comunidades mencionadas hacia el cantón se incrementa

Por ende, se presenta la necesidad de contar con una vía en excelentes condiciones que brinde a los pobladores los beneficios mencionados anteriormente, por tal razón se realiza el presente estudio que implica el mejoramiento del diseño geométrico de la vía existe, el diseño del sistema de drenaje y señalización.

### **1.3 Justificación**

En la actualidad el cantón Loreto, perteneciente a la provincia de Orellana presenta deficiencias en el ámbito vial, en la mayoría de toda su red, que no permite un desarrollo económico de la zona, las vías que unen la zona urbana con la rural son lastradas en su mayoría, en la actualidad la composición geométrica de la vía no es la adecuada, presenta anchos variables en el desarrollo de toda su longitud, su capa de rodadura está compuesto de material de mejoramiento de diámetros superiores a 8 in que permite la circulación y el tránsito de los peatones y vehículos todos los días.

Debido a lo indicado anteriormente y al ver la necesidad de las comunidades 22 de marzo y 25 de abril, de comunicarse con la zona urbana, en el menor tiempo posible y de manera segura, transportando sus productos agrícolas para el expendio en los diferentes mercados de la provincia, se ve la necesidad de desarrollar el estudio para la vía ubicada en el cantón Loreto con la ayuda del Gobierno Descentralizado de la Provincia de Orellana, con la finalidad de resolver en el menor tiempo posible, el problema de la vialidad que atraviesa la zona rural del canto Loreto.

#### **1.4 Alcance**

El presente proyecto técnico, una vez concluido y ejecutado, busca, facilitar de una u otra forma la vida de las personas, que utilizan la vía para transportar productos agrícolas que sirve para la comercialización y posterior distribución de la misma en los diferentes mercados locales y nacionales.

Por lo cual, se va a realizar la ampliación, rectificación y asfaltado de la vía en cuestión, el diseño de la estructura vial se lo realizara respetando las normas y parámetros vigentes de nuestro país publicadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP 2002) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 93), adicionalmente se usarán la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2003, esto para tener un diseño adecuado que cumpla los parámetros establecidos.

#### **1.5 Importancia**

La importancia del proyecto vial en mención, es acortar el tiempo de desplazamiento de vehículos livianos, pesados que son utilizados para la comercialización de productos de la zona y fundamentalmente tener una vía en óptimas condiciones.

Mediante la ampliación, rectificación y asfaltado de la vía, para lo cual se realizará un estudio previo para el diseño de la estructura vial de pavimento flexible, con el fin de optimizar los recursos que tiene el GADPO (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana) y cumplir con los requerimientos y necesidades de la comunidad 22 de marzo, la comunidad 25 de abril de la Parroquia Ávila Huirino del Cantón Loreto.

## 1.6 Propuesta de Intervención y Beneficiarios

La propuesta técnica en mención es que las comunidades 22 de marzo y 25 de abril, al final de la construcción cuenten con una vía asfaltada de dos carriles (una en cada sentido) que permita incorporar a la zona urbana con la rural en el menor tiempo posible y de manera segura y cómoda, la misma que cumpla con todas las normativa y especificaciones técnicas vigentes en nuestro país.

Los habitantes beneficiarios son los que pertenecen a las comunidades 22 de marzo, 25 de abril y el barrio el Triunfo respectivamente, las cuales pertenecen a la parroquia Ávila Huiruno, con una población de 4331.

**Tabla 1**

*Población Beneficiada por el Proyecto*

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	POBLACIÓN		
			URBANO	RURAL	TOTAL
Orellana	Loreto	Ávila Huiruno	4331	-	4331

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC 2010)

## 1.7 Objetivos

### *1.7.1 Objetivo General*

Realizar el Diseño vial definitivo que permita la ejecución del proyecto:

“AMPLIACIÓN, RECTIFICACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES LORETO – LA Y LONGITUD = 2 KM, LA Y –COMUNIDAD 22 DE MARZO LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 25 DE ABRIL LONGITUD = 2 KM, PARROQUIA ÁVILA HUIRINO, CANTÓN LORETO PROVINCIA DE ORELLANA”.



### ***1.7.2 Objetivos Específicos***

- Levantar la línea base del proyecto con el fin de obtener información detallada de todo lo que existe en el área de influencia del mismo.
- Realizar el estudio topográfico de la zona de influencia
- Realizar el estudio de tránsito para el año base 2020 y las proyecciones a 10 años
- Realizar el diseño geométrico horizontal y vertical del proyecto mediante el software CIVIL 3D, con el fin de determinar si se requieren modificaciones en el trazado de la vía existente, garantizando el cumplimiento de las normas ecuatorianas vigentes
- Realizar el diseño estructural del pavimento flexible
- Realizar el análisis y diseño hidráulico de obras de drenaje que se requieren para el buen funcionamiento de la vía
- Realizar la evaluación de impactos ambientales, seguridad y señalización vial para el proyecto
- Realizar la evaluación financiera del proyecto

(Gómez & Jonathan, 2020, p. 5-6).

### **1.8 Localización General del Proyecto**

La ubicación del proyecto, está, en el Cantón Loreto, Provincia de Orellana, Parroquia Ávila Huirino, la parroquia se encuentra localizada junto a la vía principal de la troncal Amazónica (E 45).

## Figura 1

### *Ubicación del Proyecto*



Elaborado por: Los autores a través de Google Earth 2020

## Tabla 2

### *Coordenadas del Proyecto*

COORDENADAS DEL PROYECTO			
Coordenadas	Inicio del Proyecto	Comunidad 22 de Marzo	Comunidad 25 de Abril
Latitud	0° 42'1.33"S	0° 42'20.46"S	0° 43'43.25"S
Longitud	77° 18'34.68"O	77° 16'26.16"O	77° 16'51.88"O

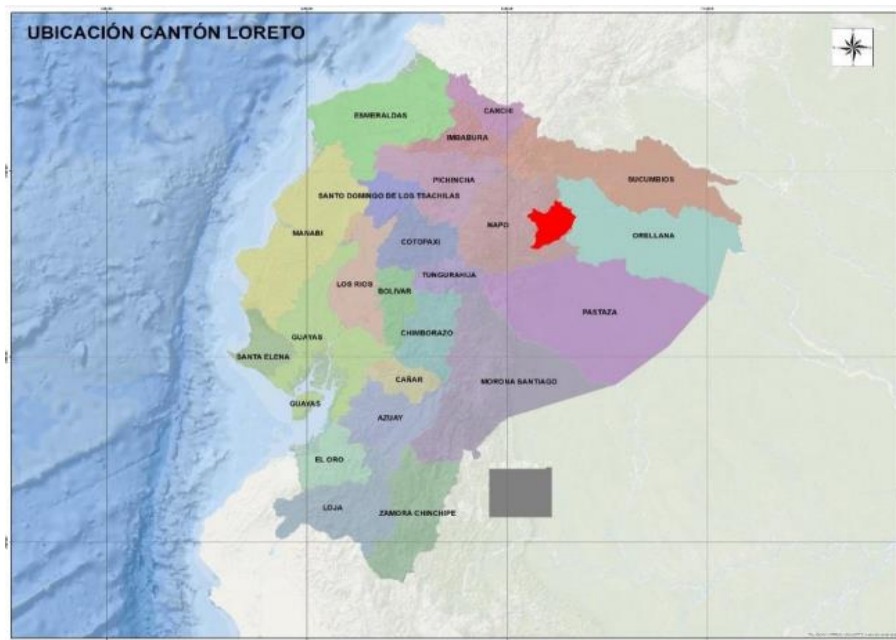
Elaborado por: Los autores

### 1.8.1 Límites

El cantón Loreto fue creado el 7 de agosto de 1992, está ubicada al oeste de la provincia de Orellana cuanta con una extensión de 2.150,60 Km<sup>2</sup>, se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 18 S 875243 E, forma parte de la cuenca del río Napo.

#### Figura 2

*Ubicación del Cantón Loreto*



Fuente: (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Loreto, 2020, p. 25)

Sus límites son:

- Norte: Cantón El Chaco y Francisco de Orellana (El Coca)
- Sur: Cantón Tena
- Este: Canto Tena y Francisco de Orellana (El Coca)
- Oeste: Cantón Quijos y Archidona

## **CAPÍTULO II**

### **2 TOPOGRAFÍA**

#### **2.1 Antecedentes**

El estudio topográfico es la parte principal para todo diseño vial, permite obtener datos del proyecto como, por ejemplo: forma del terreno, cotas, pendientes y la ubicación de puntos de control (BMS).

El levantamiento topográfico fue realizado por técnicos del GADPO y moradores de las comunidades beneficiarias del proyecto y facilitada posteriormente para su diseño vial definitivo, por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO). El sistema de coordenadas (UTM – W G S 84 SIRGAS), ZONA 18 S, fue con el que se trabajó todo el levantamiento topográfico.

En el ANEXO 1 se indican los puntos del levantamiento topográfico realizado por el GADPO

- **Trabajo en campo**

En el campo, los puntos levantados constan de una numeración progresiva, con coordenadas en este, norte, cota y descripción puntual, reflejando todos los detalles de los accidentes geográficos y mobiliario. El proceso de topografía se lo realizó con el uso de la estación total marca Sokkia Rk 3600 de 3 segundos de precisión, mediante la toma de información relevante del sitio, con sus accidentes geográficos mediante el método de poligonal abierta y levantamiento taquimétrico con una malla de puntos radiales separados al menos 20 metros en tangente y a 5 m en curvas, con menor distancia en los sitios como postes, tapas de alcantarillas, estructuras, canales, cunetas y casas etc (Sarabia, 2019).

La faja levantada consta de un ancho de 40 m desde el eje de la vía al margen izquierdo y derecho de 20 m respectivamente.

- **Trabajo en Gabinete**

Una vez terminado el levantamiento topográfico, se procede a descargar el respectivo archivo, almacenado, dentro de la estación total **SOKKIA RK 630**, durante el levantamiento realizado, en base a un post proceso con la ayuda del software link , los puntos fueron transformados en archivos de lectura de puntos para la topografía y ser procesados en el software civil 3D versión 2018, recolectándose un total de 2277 puntos de detalles taquimétricos cada uno con coordenadas norte, este, cota y su respectiva descripción.

## **2.2 Tipo de Terreno**

Una vez analizada la faja topográfica de la vía existente, se presentarse varios tipos de terreno a lo largo de la carretera existente, para determinar aquello, se procede a calcular las pendientes longitudinales y transversales del terreno, medidas en el sentido longitudinal y transversal al eje de la vía.

Según James los terrenos se clasifican de la siguiente manera:

- Terreno Plano
- Terreno Ondulado
- Terreno Montañoso
- Terreno Escarpado

(James, 2013, p. 36-37).

### **2.2.1 Terreno Plano:**

“Exigen mínimo movimiento de tierras durante la construcción, por lo que no presentan dificultad ni en el trazado ni en la explanación. Las pendientes longitudinales de la vía son normalmente menores al 3%” (James, 2013, p.36).

### **2.2.2 Terreno Ondulado:**

“Durante la construcción los movimientos de tierras son moderados, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 3% y 6%” (James, 2013, p.36).

### **2.2.3 Terreno Montañoso:**

“Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 6% y 8%. generalmente requieren grandes movimientos de tierra durante la construcción razón por la cual presentan dificultades en el trazado y en la explanación” (James, 2013, p.37).

### **2.2.4 Terreno Escarpado:**

“Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores al 8% (James, 2013, p.37).

Tomando en consideración todos estos criterios y una vez realizado una inspección física en todo el tramo de la vía, se determina que el tipo de terreno donde se va a implantar la vía es de TIPO ONDULADO cuya pendiente esta entre el 3% y 6% respectivamente

## **2.3 Sistema de Coordenadas**

“Un sistema de coordenadas nos permite localizar objetos y georreferenciarlos para ubicarlos con mayor precisión en un espacio geométrico” (Gómez & Jonathan, 2020, p. 9).

Las características técnicas, de los equipos, con los que se realizaron el levantamiento topográfico, los técnicos del GADPO, se presentan a continuación:

**Tabla 3**

*Ficha Técnica, del Equipo Utilizado*

<b>ESTACIÓN TOTAL SOKKIA RK 630</b>			
<b>MEDICIÓN DE ÁNGULOS</b>		<b>ESPECIFICACIONES FÍSICAS</b>	
<b>PRECISIÓN:</b>	6"	<b>PLOMADA ÓPTICA</b>	OPCIONAL
<b>MÉTODO DE LECTURA:</b>	ABSOLUTO	<b>PLOMADA LASER</b>	SI
<b>COMPENSACIÓN:</b>	COMPENSADO DOBLE EJE	<b>BATERÍA</b>	5,4 KG
		<b>PROTECCIÓN</b>	IP66 (IEC60529-2001)
		<b>RANGO DE TEMPERATURA</b>	30 - 60 °C (-22 a 140 °F)
<b>TELESCOPIO</b>		<b>TIEMPO DE TRABAJO</b>	
<b>LONGITUD:</b>	171 MM	<b>ALMACENAMIENTO:</b>	10,000 PTS
<b>DIÁMETRO DEL OBJETIVO:</b>	45 MM	<b>MEDICIÓN DE ÁNGULOS:</b>	36 HORAS APROX.
<b>AUMENTO DE LENTE:</b>	30 X	<b>TIEMPO DE RECARGA:</b>	2 A 3 HORAS
<b>IMAGEN:</b>	RECTA	<b>TIPO DE BATERÍA:</b>	BATERÍA
<b>CAMPO VISUAL:</b>	1°30' (26 m/1,000m)		DESMONTABLE
<b>DISTANCIA MIN DE ENFOQUE:</b>	1.3 MM		BDC464 LON-LI
<b>MEDICIÓN DE DISTANCIAS</b>		<b>TIEMPO DE MEDICIÓN</b>	
<b>MODO PRISMA</b>		<b>GRUESO :</b>	1.7 SEG.
<b>01 PRISMA :</b>	4,000 METROS	<b>FINO :</b>	1.45 SEG.
<b>03 PRISMAS:</b>	5,000 METROS	<b>CONTINUO:</b>	1.45 SEG.
<b>PRECISIÓN DE MEDIDA:</b>	(3+2ppm x D) MM		
<b>MODO LASER</b>		<b>DISPLAY</b>	
<b>DISTANCIA:</b>	5,000 METROS	<b>PANTALLA:</b>	GRAFICA
<b>PRECISIÓN:</b>	3.0 SEG (2 MM+2 ppm2)	<b>TIPO DE PANTALLA:</b>	LCD
		<b>TIPO DE TECLADO:</b>	27 TECLAS CON ILUMINACIÓN

Fuente: Sokkia

**Tabla 4***Ficha Técnica del GPS*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GPS MODELO ETREX 20</b>			
<b>SENSOR GPS:</b>	12 CANALES	<b>ALARMA AUDIBLE:</b>	NO
<b>WAYPOINTS:</b>	2.000	<b>RESISTENCIA AL AGUA:</b>	SI (IPX7)
<b>MEMORIA INTERNA</b>	1,7 GB	<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO:</b>	5,4 x 10,3 x 3,3 CM)
<b>RUTAS:</b>	200	<b>COMUNICACIÓN PC:</b>	USB
<b>AUTO ROUTING:</b>	NO	<b>LUZ DE FONDO:</b>	SI
<b>TRACKS:</b>	10,000 PTS	<b>OPCIÓN DE ANTENA EXTERNA:</b>	----
<b>MEMORIA EXTERNA:</b>	1,7 GB	<b>WAAS / EGNOS:</b>	----
<b>MAPA BASE:</b>	SI	<b>MGRS FORMATO DE POSICIÓN:</b>	----
<b>MAPAS OPCIONALES:</b>	SI	<b>ALTÍMETRO BAROMÉTRICO:</b>	NO
<b>BATERÍA:</b>	2 PILAS AA NO INCLUIDAS	<b>PESCA Y CAZA:</b>	SI
<b>TIEMPO DE TRABAJO:</b>	25 HORAS APROX.	<b>JUEGOS:</b>	NO
<b>TAMAÑO DE PANTALLA:</b>	(5,4 X 10,3 X 3,3 CM)	<b>CALCULADORA:</b>	NO
<b>PANTALLA TÁCTIL:</b>	NO	<b>ICONOS PARA WAYPOINTS:</b>	SI
<b>RESOLUCIÓN DE PANTALLA:</b>	(176 X 220 PÍXELES)	<b>TRANSF. BLUETOOTH ENTRE EQUIPOS:</b>	SI
<b>CÁMARA:</b>	NO	<b>INFORMACIÓN ASTRONÓMICA:</b>	SI
<b>CALCULO DE ÁREA:</b>	SI	<b>PREDICCIÓN DE MAREAS:</b>	NO
<b>TIPO DE ANTENA</b>	ALTA SENSIBILIDAD (HOTFIX)		
<b>PESO:</b>	(141,7 G. CON PILAS)		

Fuente: Garmin



## 2.4 Ubicación del Proyecto

El proyecto a desarrollarse se encuentra en las siguientes coordenadas UTM que se indican a continuación:

**Tabla 5**

*Coordenadas UTM del Proyecto, Tramo # 1*

		Provincia	Orellana
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO		Cantón	Loreto
TRAMO # 1		Parroquia	Ávila Huirino
Georreferencia	Longitud	Latitud	Cota
Abscisa 0+000	242 944,63	9 922 524,74	409,72
Abscisa 3+500	246 920,48	9 921 938,88	370,83

Elaborado por: Los autores

**Tabla 6**

*Coordenadas UTM del Proyecto, Tramo # 2*

		Provincia	Orellana
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO		Cantón	Loreto
TRAMO # 2		Parroquia	Ávila Huirino
Georreferencia	Longitud	Latitud	Cota
Abscisa 0+000	244 503,91	9 921 737,09	389,89
Abscisa 2+500	246 126,09	9 919 394,52	355,48

Elaborado por: Los autores

En las tablas 7 y 8 se presenta en coordenadas geográficas del proyecto a desarrollarse en el cantón Loreto

**Tabla 7**

*Coordenadas Geográficas del Proyecto, Tramo #1*

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO		Provincia	Orellana
		Cantón	Loreto
TRAMO # 1		Parroquia	Ávila Huirino
Georreferencia	Longitud	Latitud	Cota
Abscisa 0+000	77° 18' 34,68" W	0° 42' 1,33" S	409,72
Abscisa 3+500	77° 16' 26,16" W	0° 42' 20,46" S	370,83

Elaborado por: Los autores

**Tabla 8**

*Coordenadas Geográficas del Proyecto, Tramo #2*

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO		Provincia	Orellana
		Cantón	Loreto
TRAMO # 2		Parroquia	Ávila Huirino
Georreferencia	Longitud	Latitud	Cota
Abscisa 0+000	77° 17' 44,28" W	0° 42' 26,99" S	389,89
Abscisa 2+500	77° 16' 51,88" W	0° 43' 43,25" S	355,48

Elaborado por: Los autores

**Figura 3**

*Imagen Satelital de la Ubicación del Proyecto*



Elaborado por: Los autores

## 2.5 Hitos

Los hitos en la vía, es de vital importancia debido que permite ser utilizados como puntos de control en los levantamientos y en los replanteos altimétricos.

Su instalación se debe realizar en un lugar seguro que evite su destrucción en un futuro, como, por ejemplo: cerca de caminos, casas, postes eléctricos, veredas, parques, la instalación en el campo puede ser con una placa metálica o cilindros de hormigón.

Las coordenadas se determinaron mediante la utilización de receptores de posicionamiento GNSS L 1/L 2 con receptores UNISTRONG y cumplen con los requisitos de estar lo más libre posible sin interferencias físicas ni electromagnéticas.

El método que se utilizó para la observación de las coordenadas es el estático rápido, que consiste en el posicionamiento del al menos dos receptores que no varían su posición durante la etapa de rastreo. Para el post proceso se utilizaron las estaciones de la REGME del Tena TNEC y de Francisco de Orellana FOEC.

Para el procesamiento de los datos GNSS se utilizó el software de procesamiento TRIMBLE BUSSINESS CENTER (TBC).

**Tabla 9**

*Coordenadas de los Hitos*

Puntos	Este	E. Error	Norte	E. Error	Elevación msnm
PTO_01	242.967.596	0.006	9.922.522.991	0.003	403.384
PTO_02	246.934.569	0.005	9.921.955.252	0.003	381.767
PTO_03	245.652.171	0.004	9.919.912.774	0.005	371.842

Fuente: Departamento Topográfico del Gad de Loreto

En la Figura 4, se indica, las coordenadas en las que fueron ubicadas, los diferentes hitos, en la Parroquia Ávila Huirino, a lo largo de la vía.

#### **Figura 4**

*Ubicación de los Hitos en la Vía*



Fuente: Departamento Topográfico del Gad de Loreto

#### **Figura 5**

*Hitos en la Vía*



Elaborado por: Los autores

## **CAPÍTULO III**

### **3 ESTUDIO DE TRÁFICO**

#### **3.1 Antecedentes**

Realizar el estudio de tráfico en el sector, nos permite cuantificar la cantidad y el tipo de vehículos que circulan por una determina vía, lo que nos permite posteriormente con aquellos datos proceder a una proyección a futuro para estimar la cantidad de vehículos que circularán por dicha vía, aquello servirá para clasificar el tipo de carretera a la que pertenece tomando en consideración la normativa ecuatoriana vigente de vías MOP 2003.

#### **3.2 Alcance**

Del estudio realizado en campo, la información que se recabara, para su posterior utilización es el volumen de tránsito vehicular, el cual se obtendrá mediante conteo manual ejecutado por moradores del lugar, por lo cual serán capacitados en la distinción de los diferentes tipos de vehículos que transiten por el lugar, para evitar confusiones y evitar tomar datos erróneos que podrían alterar el diseño del proyecto.

Una vez terminado con la cuantificación del tráfico vehicular en campo se procederá a realizar la debida proyección de los datos obtenidos para periodos comprendidos entre 10 y 20 años respectivamente con el fin de obtener el TPDA el cual nos permitirá clasificar a la vía de estudio según la normativa vigente MOP – 2003.

#### **3.3 Metodología Empleada**

La metodología aplicada para el presente proyecto se divide en dos partes las que se indican a continuación:

- Trabajo en Campo
- Trabajo en Gabinete



### 3.3.1 Trabajo en campo

Hace referencia a los conteos manuales que se ejecutaron al inicio como al final de la vía, desde el 13 de octubre del 2020 hasta el 19 de octubre del 2020, durante 7 días, en un horario comprendido entre las 07:00 am – 17:00 pm respectivamente. Para el cual se procedió a contratar y capacitar a dos moradores del sector, que llevaron a cabo la cuantificación de los vehículos tomando en cuenta el formulario presentado para el proyecto.

**Figura 6**



*Trabajo de Campo con el Aforador*



Elaborado por: Los autores

**Figura 7**

*Formulario para el conteo del TPDA*

<p><b>"DISEÑO VIAL PARA LA AMPLIACIÓN, RECTIFICACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES LORETO – LA Y LONGITUD= 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 22 DE MARZO LONGITUD= 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 25 DE ABRIL LONGITUD= 2 KM, PARROQUIA AVILA HUIRINO, CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA"</b></p>						
AFORADOR:		CLIMA :			FECHA:	
UBICACION:					SENTIDO CONTEO:	
HORA						
INICIO	FINAL	MOTOS	LIGEROS	2DA	2DB	3A
7:00 - 8:00						
8:00 - 9:00						
9:00 - 10:00						
10:00 - 11:00						

Elaborado por: Los autores

### 3.3.2 Trabajo de Gabinete

Hace referencia a todo trabajo que se realiza en oficina, para clasificar los diferentes tipos de vehículos de acuerdo a la Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones y determinar las cargas a aplicarse en la vía.

**Figura 8**

*Clasificación Vehicular del Proyecto*

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10

Fuente: Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones

En las siguientes tablas, se indica de manera resumida la cantidad de vehículos transitados en la semana, tanto como para el tramo I y el tramo II.

**Tabla 10**

*Resumen de Conteo Vehicular en la Estación 1, ABS 1+740, Tramo I*

DATOS DEL TRAMO 1		TIPO DE VEHÍCULOS				Total de vehículos por día
Día	Dirección	Vehículos Livianos	Camión de 2 ejes Mediano	Camión de 2 ejes Grande	Camión de 3 ejes	
Lunes	B. Triunfo-22 de Marzo	78	9	11	6	104
Martes	B. Triunfo-22 de Marzo	112	10	31	12	165
Miércoles	B. Triunfo-22 de Marzo	91	10	15	12	128
Jueves	B. Triunfo-22 de Marzo	115	7	10	9	141
Viernes	B. Triunfo-22 de Marzo	129	10	28	10	177
Sábado	B. Triunfo-22 de Marzo	72	9	23	8	112
Domingo	B. Triunfo-22 de Marzo	139	7	23	15	184
	<b>SUMA</b>	<b>736</b>	<b>62</b>	<b>141</b>	<b>72</b>	<b>1011</b>
	<b>PROMEDIO</b>	<b>105</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>144</b>
	<b>%</b>	<b>73</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Los autores

**Tabla 11***Resumen del Conteo Vehicular en la Estación I, ABS 1+740, Tramo II*

<b>DATOS DEL TRAMO 2</b>		<b>TIPO DE VEHÍCULOS</b>				<b>Total de vehículos por día</b>
<b>Día</b>	<b>Dirección</b>	<b>Vehículos Livianos</b>	<b>Camión de 2 ejes Mediano</b>	<b>Camión de 2 ejes Grande</b>	<b>Camión de 3 ejes</b>	
Lunes	B. Triunfo-25 de Abril	55	8	9	5	77
Martes	B. Triunfo-25 de Abril	75	7	22	11	115
Miércoles	B. Triunfo-25 de Abril	64	8	13	10	95
Jueves	B. Triunfo-25 de Abril	81	8	10	8	107
Viernes	B. Triunfo-25 de Abril	87	10	20	7	124
Sábado	B. Triunfo-25 de Abril	50	8	17	10	85
Domingo	B. Triunfo-25 de Abril	92	7	18	11	128
<b>SUMA</b>		<b>504</b>	<b>56</b>	<b>109</b>	<b>62</b>	<b>731</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>72</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>104</b>
<b>%</b>		<b>69</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Los autores



En la tabla 12, se indica la cantidad total de vehículos transitados en los dos tramos de la vía, en la semana de conteo.

**Tabla 12**

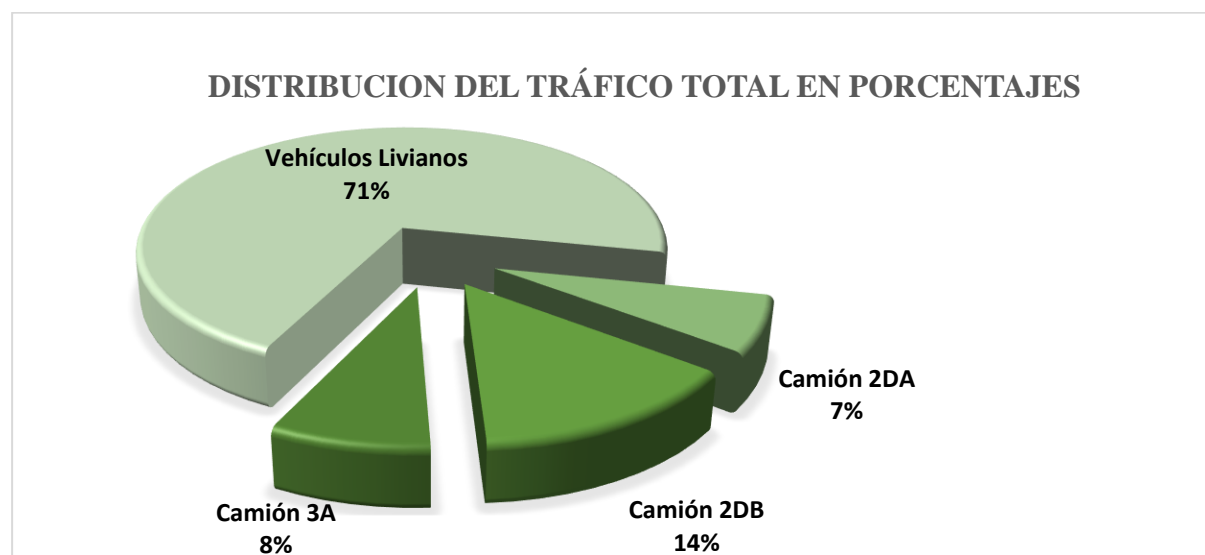
*Compendio del Tráfico Total, en la Estación 1, ABS 1+740*

TOTAL DE TRÁFICO		TIPO DE VEHÍCULOS				Total de vehículos por día
Día	Dirección	Vehículos Livianos	Camión 2 DA	Camión 2 DB	Camión 3 A	
Lunes	B. Triunfo-Comunidades	133	17	20	11	181
Martes	B. Triunfo-Comunidades	187	17	53	23	280
Miércoles	B. Triunfo-Comunidades	155	18	28	22	223
Jueves	B. Triunfo-Comunidades	196	15	20	17	248
Viernes	B. Triunfo-Comunidades	216	20	48	17	301
Sábado	B. Triunfo-Comunidades	122	17	40	18	197
Domingo	B. Triunfo-Comunidades	231	14	41	26	312
<b>SUMA</b>		<b>1240</b>	<b>118</b>	<b>250</b>	<b>134</b>	<b>1742</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>177</b>	<b>17</b>	<b>36</b>	<b>19</b>	<b>249</b>
<b>%</b>		<b>71</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Los autores

**Figura 9**

*Distribución del Tráfico Total en Porcentajes*



Elaborado por: Los autores

### 3.4 Estación de conteo

“Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.13).

El conteo manual, para nuestro proyecto se realizó en la ABS 1+740 sector la YE, en un horario correspondido entre las 07:00 am – 17:00 pm, con un solo aforador de la comunidad Loreto (VER ANEXO N° 3 Estación de Conteo)

**Tabla 13**

*Estación de Conteo Manual*

Sector	Fecha de Inicio	Fecha Final	Estación de Conteo	Abscisa
Barrio el Triunfo	13/10/2020	19/10/2020	la YE	1+740

Elaborado por: Los autores

**Figura 10**

*Ubicación de la Estación de Conteo*



Elaborado por: Los autores a través de Google Earth 2020

### 3.5 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

“La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es le TPDA” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.11).

“Para determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA), es necesario realizar los ajustes por medio de los siguientes factores: Tráfico promedio observado (To), Factor Diario (Fd), Factor Semanal (Fs), Factor mensual(Fm)” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 16).

$$TPDA: To * Fd * Fs * Fm \quad Ecu1$$

Donde:

- To: Tráfico promedio diario observado
- Fd: Factor Diario
- Fs: Factor Semanal
- Fm: Factor Mensual

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 16)

A continuación, se determinan los diferentes tipos de tráfico y se aplican los respectivos ajustes con los factores (To, Fd, Fs, Fm) a cada uno de ellos, hasta determinar el Tpd

- Tráfico promedio Diario Semanal (TPDS)
- Tráfico promedio Diario Mensual (TPDM)
- Tráfico promedio Diario Anual (TPDA)

#### 3.5.1 Tráfico promedio Diario Semanal (TPDS)

El tráfico promedio diario semanal, es el número de vehículos transitados en una semana, dividido para 7 días.

Al no tomar en cuenta dentro del conteo manual las 24 h, se debe realizar un ajuste mediante el factor diario (Fd), el cual se obtiene mediante la división del mayor número de vehículos que transitan en un día, para el total de vehículos transitados en la semana (Gómez & Jonathan, 2020, p. 22).

$$Fd = \frac{\text{Mayor numero de vehiculos transitados en el dia}}{\text{numero total de vehiculos transitados en la semana}} \times 10 \quad Ecu2$$

$$Fd = \frac{312}{1742} * 10$$

$$Fd = 1.791$$

Para realizar el ajuste del tráfico promedio diario semanal, se procede a multiplicar el tráfico promedio diario observado (To) por el factor Diario (Fd). Debido a que no se cuenta con un registro continuo nocturno del tránsito, el valor del factor Diario es 1 (Gómez & Jonathan, 2020, p. 22).

$$TPDS: To * Fd \quad Ecu3$$

$$TPDS: To * 1$$

$$TPDS: To$$

**Tabla 14**

*Resumen del Ajuste del Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)*

TPDS.		TIPO DE VEHÍCULOS				Total de vehículos por día
Día	Dirección	Vehículos Livianos	Camión 2 DA	Camión 2 DB	Camión 3 A	
Lunes	B. Triunfo-Comunidades	238	30	36	20	324
Martes	B. Triunfo-Comunidades	335	30	95	41	501
Miércoles	B. Triunfo-Comunidades	278	32	50	39	399
Jueves	B. Triunfo-Comunidades	351	27	36	30	444
Viernes	B. Triunfo-Comunidades	387	36	86	30	539
Sábado	B. Triunfo-Comunidades	219	30	72	32	353
Domingo	B. Triunfo-Comunidades	414	25	73	47	559
<b>SUMA</b>		<b>2221</b>	<b>211</b>	<b>448</b>	<b>240</b>	<b>3120</b>
<b>TRÁFICO DIARIO SEMANAL</b>		<b>317</b>	<b>30</b>	<b>64</b>	<b>34</b>	<b>446</b>
<b>%</b>		<b>71</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Los autores

### 3.5.2 Tráfico Promedio Diario Mensual (TPDM)

De acuerdo al tránsito vehicular existente en la zona de proyecto, se toma un valor de factor de ajuste semanal igual a 1 ( $F_s=1$ ).

$$TPDM: TPDS * F_s \quad Ec4$$

Donde:

- TPDM: Tráfico Promedio Diario Mensual
- TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal
- $F_s$ : Factor de ajuste Semanal  $F_s=1$

**Tabla 15**

*Resumen del Ajuste del Tráfico Diario Mensual (TPDM)*

TPDM.		TIPO DE VEHÍCULOS				Total de vehículos por día
Día	Dirección	Vehículos Livianos	Camión 2 DA	Camión 2 DB	Camión 3 A	
Lunes	B. Triunfo-Comunidades	238	30	36	20	324
Martes	B. Triunfo-Comunidades	335	30	95	41	501
Miércoles	B. Triunfo-Comunidades	278	32	50	39	399
Jueves	B. Triunfo-Comunidades	351	27	36	30	444
Viernes	B. Triunfo-Comunidades	387	36	86	30	539
Sábado	B. Triunfo-Comunidades	219	30	72	32	353
Domingo	B. Triunfo-Comunidades	414	25	73	47	559
<b>SUMA</b>		2221	211	448	240	<b>3120</b>
<b>TRÁFICO DIARIO MENSUAL</b>		317	30	64	34	<b>446</b>
<b>%</b>		71	7	14	8	<b>100</b>

Elaborado por: Los autores

### 3.5.3 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Para obtener el tráfico promedio anual (TPDA), se requiere determinar el factor mensual (FM), el cual se lo obtuvo mediante la estadística del consumo de combustible anual del año 2019, en el cantón Loreto, dicho datos fueron proporcionados por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) de la matriz, ubicado en el sector de la Armenia perteneciente a la parroquia Conocoto.

**Tabla 16***Consumo Anual de Combustible del Canto Loreto, Año 2019*

Mes	Gasolina	Diésel	Días
Enero	197700	255700	31
Febrero	195600	274000	28
Marzo	208000	284000	31
Abril	203600	264000	30
Mayo	198500	283000	31
Junio	192600	284900	30
Julio	195700	308900	31
Agosto	207800	285000	31
Septiembre	196700	294400	30
<b>Octubre</b>	<b>175400</b>	<b>228600</b>	<b>31</b>
Noviembre	198500	266800	30
Diciembre	202000	274000	31
<b>TOTAL</b>	<b>2372100</b>	<b>3303300</b>	<b>365</b>

Fuente: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero

A continuación, se procede a determinar el factor mensual (Fm) promedio, a través del consumo de combustible (Diésel y Gasolina) del canto Loreto, el cual es de 1.19, valor tomando como referencia al mes de octubre, en donde se dio inicio al conteo del tráfico vehicular en dicho cantón.

**Tabla 17***Factor de Ajuste Mensual*

Mes	Gasolina	Diésel	Días	T.P.D.i Gasolina	T.P.D.i Diésel	FM Gasolina	FM Diésel	FM Promedio
Enero	197700	255700	31	6377	8248	1,02	1,10	1,06
Febrero	195600	274000	28	6986	9786	0,93	0,92	0,93
Marzo	208000	284000	31	6710	9161	0,97	0,99	0,98
Abril	203600	264000	30	6787	8800	0,96	1,03	0,99
Mayo	198500	283000	31	6403	9129	1,01	0,99	1,00
Junio	192600	284900	30	6420	9497	1,01	0,95	0,98
Julio	195700	308900	31	6313	9965	1,03	0,91	0,97
Agosto	207800	285000	31	6703	9194	0,97	0,98	0,98
Septiembre	196700	294400	30	6557	9813	0,99	0,92	0,96
<b>Octubre</b>	<b>175400</b>	<b>228600</b>	<b>31</b>	<b>5658</b>	<b>7374</b>	<b>1,15</b>	<b>1,23</b>	<b>1,19</b>
Noviembre	198500	266800	30	6617	8893	0,98	1,02	1,00
Diciembre	202000	274000	31	6516	8839	1,00	1,02	1,01
<b>TOTAL</b>	<b>2372100</b>	<b>3303300</b>	<b>365</b>					

Fuente: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019

Para obtener el tráfico promedio anual (TPDA), se multiplica el tráfico promedio mensual y el Factor mensual.

$$TPDA: TPDM * Fm \quad Ec5$$

Donde:

- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual
- TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal
- Fm: Factor mensual (1.19)

**Tabla 18**

*Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)*

TPDA.		TIPO DE VEHÍCULOS				Total de vehículos por día
Día	Dirección	Vehículos Livianos	Camión 2 DA	Camión 2 DB	Camión 3 A	
Lunes	B. Triunfo - Comunidades	283	36	43	23	386
Martes	B. Triunfo - Comunidades	399	36	113	49	597
Miércoles	B. Triunfo - Comunidades	330	38	60	47	475
Jueves	B. Triunfo - Comunidades	418	32	43	36	529
Viernes	B. Triunfo - Comunidades	460	43	102	36	642
Sábado	B. Triunfo - Comunidades	260	36	85	38	420
Domingo	B. Triunfo - Comunidades	492	30	87	55	665
<b>SUMA</b>		2643	251	533	286	<b>3713</b>
<b>TRÁFICO DIARIO ANUAL</b>		378	36	76	41	<b>530</b>
<b>%</b>		85	8	17	9	<b>119</b>

Elaborado por: Los autores

### 3.6 Proyección del tráfico actual

“las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.16).

Para realizar la proyección del tráfico se toma en consideración la siguiente variables

### 3.6.1 Tasa de crecimiento vehicular

La tasa de crecimiento vehicular, considera el crecimiento vehicular en el sector en los últimos 5 a 10 años, se obtiene realizando un análisis a la matriculación vehicular año a año, en el cantón, o mediante estudios realizados de proyectos viales dentro de la provincia.

Para nuestro caso se tomará como referencia la tasa de crecimiento vehicular del estudio realizado que lleva por nombre “ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA RECTIFICACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA NORTE UNO – UNIÓN MILAGREA EN EL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA”.

**Tabla 19**

*Tasa de Crecimiento Vehicular*

PERIODO	LIVIANOS	BUS	CAMIONES
2010-2015	4,23	2,87	2,1
2015-2020	3,65	2,55	1,87
<b>2020-2025</b>	<b>3,28</b>	<b>2,29</b>	<b>1,68</b>
2025-2040	2,8	2,08	1,53

Fuente: Coordinación de factibilidad –MTOF-MOP-F-2002.

Para determinar el tráfico promedio anual (TPDA) proyectado, para 10 y 20 años respectivamente, se utilizará la siguiente expresión que se detalla a continuación:

$$TPDA \text{ proyectado: } TPDA * (1 + r)^t \quad Ecu 6$$

Donde:

- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual
- r: Tasa de crecimiento vehicular
- t: Número de años al cual va ser proyectado el TPDA



A continuación, en las siguientes tablas, se presenta los valores del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) proyectado, para 10 y 20 años respectivamente:

**Tabla 20**

*Tráfico Proyectado de 10 y 20 años*

Tiempo	Años	Vehículos Livianos	Camión 2 DA	Camión 2 DB	Camión 3 A	Total de vehículos
0	2020	378	36	76	41	530
1	2021	390	37	77	41	545
2	2022	403	37	79	42	561
3	2023	416	38	80	43	577
4	2024	430	38	81	44	593
5	2025	444	39	83	44	610
6	2026	458	40	84	45	627
7	2027	473	40	86	46	645
8	2028	489	41	87	47	663
9	2029	505	42	88	47	682
<b>10</b>	<b>2030</b>	<b>521</b>	<b>42</b>	<b>90</b>	<b>48</b>	<b>702</b>
11	2031	512	42	90	48	692
12	2032	526	43	91	49	709
13	2033	541	44	93	50	727
14	2034	556	44	94	50	745
15	2035	571	45	96	51	763
16	2036	587	46	97	52	782
17	2037	604	47	99	53	802
18	2038	621	47	100	54	822
19	2039	638	48	102	54	842
<b>20</b>	<b>2040</b>	<b>656</b>	<b>49</b>	<b>103</b>	<b>55</b>	<b>863</b>

Elaborado por: Los autores

Para determinar el TPDA final proyectado, el cual servirá para clasificar la vía en función de su tipo y clase se toma en consideración los siguientes tráficos que intervienen en la obra vial

- Tráfico desviado
- Tráfico Desarrollado
- Tráfico generado

### 3.6.2 Tráfico Desviado (TD)

El tráfico desviado “Es aquel tráfico atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costos” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.17).

En el presente proyecto de estudio que se desarrolló, el valor de tráfico desviado (TD) es igual a cero, debido a que no existe ninguna vía de enlace, como se muestra a continuación en la siguiente gráfica:

**Figura 11**

*Rutas Existentes en el Proyecto de Estudio*



Elaborado por: Los autores a través de Google Earth 2020

### 3.6.3 Tráfico Desarrollado (Td)

“Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.17).

La normativa AASHTO establece que el tráfico desarrollado se encuentra en los siguientes rangos:

$$Td = (5\% - 8\%) * TPDA \text{ proyectado} \quad Ecu 7$$

El porcentaje asumido para su posterior cálculo es de 6.5%

$$Td = 6.5\% * TPDA \text{ proyectado}$$

## Figura 12

### Tráfico Desarrollado

Tiempo	Años	TPDA.	Tráfico Desarrollado
0	2020	530	34
1	2021	545	35
2	2022	561	36
3	2023	577	37
4	2024	593	39
5	2025	610	40
6	2026	627	41
7	2027	645	42
8	2028	663	43
9	2029	682	44
<b>10</b>	<b>2030</b>	<b>702</b>	<b>46</b>
11	2031	692	45
12	2032	709	46
13	2033	727	47
14	2034	745	48
15	2035	763	50
16	2036	782	51
17	2037	802	52
18	2038	822	53
19	2039	842	55
<b>20</b>	<b>2040</b>	<b>863</b>	<b>56</b>

Elaborado por: Los autores

### 3.6.4 Tráfico Generado (Tg)

“Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento del tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.20).

El valor del porcentaje, del tráfico generado (Tg) para nuestro proyecto de estudio, se obtuvo en función del número de vehículos por cada habitante de la Provincia de Orellana, en función de los datos del INEC (2010).

**Figura 13**

*Estadística Vehicular de la Provincia de Orellana*



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC 2010; El Comercio 2018

De acuerdo al INEC, el porcentaje de tráfico generado se determinará con la siguiente expresión:

$$Tg = TPDA \text{ proyectado} * \left( \frac{\# \text{ vehiculos}}{\# \text{ habitantes}} \right) * 100 \quad Ecu 8$$

$$Tg = TPDA \text{ proyectado} * \left( \frac{95}{1000} \right) * 100$$

$$Tg = TPDA \text{ proyectado} * 9.5\%$$

**Tabla 21**

*Tráfico Generado del Proyecto*

<b>Tiempo</b>	<b>Años</b>	<b>TPDA.</b>	<b>Tráfico Generado</b>
0	2020	530	50
1	2021	545	52
2	2022	561	53
3	2023	577	55
4	2024	593	56
5	2025	610	58
6	2026	627	60
7	2027	645	61
8	2028	663	63
9	2029	682	65
<b>10</b>	<b>2030</b>	<b>702</b>	<b>67</b>
11	2031	692	66
12	2032	709	67
13	2033	727	69
14	2034	745	71
15	2035	763	73
16	2036	782	74
17	2037	802	76
18	2038	822	78
19	2039	842	80
<b>20</b>	<b>2040</b>	<b>863</b>	<b>82</b>

Elaborado por: Los autores

### 3.7 Asignación de Tráfico

El tráfico de diseño, se determina con la siguiente expresión:

$$TPDA \text{ diseño} = TPDA \text{ proyectado} + TPDA \text{ desarrollado} + TPDA \text{ desviado} + TPDA \text{ generado} \quad Ecu \ 9$$

**Tabla 22**

*Tráfico Promedio Diario Anual Total (TPDA)*

Tiempo	Años	TPDA	Td (6,5%*TPDA)	TD (0,0%*TPDA)	TG (9,5%*TPDA)	TPDA FINAL
0	2020	530	34	0	50	615
1	2021	545	35	0	52	633
2	2022	561	36	0	53	650
3	2023	577	37	0	55	669
4	2024	593	39	0	56	688
5	2025	610	40	0	58	707
6	2026	627	41	0	60	727
7	2027	645	42	0	61	748
8	2028	663	43	0	63	770
9	2029	682	44	0	65	792
<b>10</b>	<b>2030</b>	<b>702</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>67</b>	<b>814</b>
11	2031	692	45	0	66	803
12	2032	709	46	0	67	823
13	2033	727	47	0	69	843
14	2034	745	48	0	71	864
15	2035	763	50	0	73	885
16	2036	782	51	0	74	907
17	2037	802	52	0	76	930
18	2038	822	53	0	78	953
19	2039	842	55	0	80	977
<b>20</b>	<b>2040</b>	<b>863</b>	<b>56</b>	<b>0</b>	<b>82</b>	<b>1001</b>

Elaborado por: Los autores

A continuación, se presenta una tabla de resumen, en donde se indica el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) final, para 10 y 20 años respectivamente.

**Tabla 23**

*Resumen del Tráfico Promedio Diario Anual para 10 y 20 años respectivamente*

<b>Tiempo</b>	<b>Años</b>	<b>TPDA</b>	<b>Td (6,5%*TPDA)</b>	<b>TD (0,0%*TPDA)</b>	<b>TG (9,5%*TPDA)</b>	<b>TPDA TOTAL</b>
0	2020	530	34	0	50	615
10	2030	702	46	0	67	814
20	2040	863	56	0	82	1001

Elaborado por: Los autores

### **3.8 Determinación de las clases de vía de acuerdo con el tráfico**

El Tráfico Promedio Diario Anual proyectado (TPDA Proyectado) +Tg+TD+Td), del proyecto de estudio ubicado en el cantón Loreto, provincia de Orellana, para 10 años es de 814 vehículos y 1001 vehículos para 20 años.

En función de los datos obtenidos, se determina la clase de vía a la que corresponde y para ello nos basamos en la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (2003), en el cual nos indica, en su clasificación el tipo de vía la que pertenece de acuerdo al TPDA proyectado.

### **3.9 Clasificación de la vía bajo normativa (MOP 2003)**

La vía, de acuerdo a la (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003), con un TPDA comprendido entre 814 - 1001 vehículos, la vía en el cantón Loreto, es de clase TIPO III, función COLECTORA, como se indica a continuación en las siguientes tablas.

**Tabla 24***Clasificación de Carretera en Función al Tráfico Proyectado*

<b>CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO</b>	
<b>Clase de Carretera</b>	<b>Tráfico Proyectado TPDA*</b>
R I - R -II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
<b>III</b>	<b>De 300 a 1000</b>
IV	De 100 a 30
V	Menos de 100

Fuente: (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 22)

**Tabla 25***Clasificación en Función de la Vía del Proyecto*

<b>Función</b>	<b>CLASE DE CARRETERA (SEGÚN LA MOP)</b>	<b>TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)</b>
	R - I o R - II	Más de 8000
CORREDOR	I	3000 a 8000
ARTERIAL	II	1000 a 3000
	I	3000 a 8000
	II	1000 a 3000
<b>COLECTORA</b>	<b>III</b>	<b>300 a 1000</b>
	IV	100 a 300
VECINAL	V	Menos de 100

Fuente: (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 23)

**3.10 Cálculo de los ejes equivalentes por el método AASHTO.**

Esal's ("Equivalent Simple Axial Load") se refiere a la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga de 18 kips (8.16 t = 18 KN) para un periodo determinado. (AASHTO 93). Para el cálculo se utilizó la siguiente expresión:

$$Nt = N * Fc * Fd * 365 * \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad Ecu 10$$



Donde:

- N: Número de ejes equivalentes al inicio del periodo de diseño
- Fc: Factor Carril
- Fd: Factor Dirección
- i: Tasa de Crecimiento
- n: Número de años a Proyectarse
- Nt: Número de ejes Equivalentes

(Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

✓ **Factor Carril (Fc)**

El valor del Factor Carril es de 0.9, debido que para nuestro proyecto se consideró dos carriles, cuyo valor se presenta a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 26**

*Factor Carril*

<b>FACTOR CARRIL (Fc)</b>	
<b>Nº Carril</b>	<b>Fc</b>
1	1
<b>2</b>	<b>0,9</b>
3	0,75
4	0,5

Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 9)

✓ **Factor Dirección (Fd)**

Se adopta, para el Factor Dirección (Fd), un valor de 0.5, debido a que la mitad del flujo vehicular circula en ambas direcciones, dentro de un rango estimado de (40 – 60) % respectivamente, como se indica a continuación:

**Tabla 27**

*Factor Dirección*

FACTOR DIRECCIÓN (Fd)	
Porcentajes	Fd
40 - 60 %	0,5
70 - 30 %	0,7
100%	1


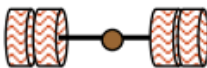
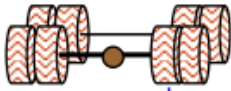
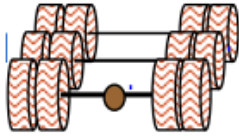
Fuente: (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

### ✓ Factores Equivalencias de Carga

Las Formulas simplificadas, para el cálculo del factor de equivalencias de carga, por cada tipo de eje se presentan continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 28**

*Formulas Simplificadas para el Cálculo del Factor de Equivalencia de Carga*

TIPO DE EJE	CONFIGURACION	FORMULA
<b>SIMPLE RUEDA SIMPLE</b>		$F.E.C = \left( \frac{Carga\ del\ eje}{6,6} \right)^4$
<b>SIMPLE RUEDA DOBLE</b>		$F.E.C = \left( \frac{Carga\ del\ eje}{8,2} \right)^4$
<b>TANDEM</b>		$F.E.C = \left( \frac{Carga\ del\ eje}{15} \right)^4$
<b>TRIDEM</b>		$F.E.C = \left( \frac{Carga\ del\ eje}{23} \right)^4$

Fuente: (Higuera Sandoval, 2010)

**Tabla 29***Determinación de ESAL'S para el Año Base*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>TPDA</b>	<b>Tipo de Eje</b>	<b>Carga (T)</b>	<b>AASHTO FEC</b>	<b>ESAL'S</b>	<b>N</b>
<b>LIVIANOS</b>	377,552	S.R.S				
		S.R.S				
<b>2 DA</b>	35,928	S.R.S	3	0,043	1,534	21
		S.R.D	7	0,531	19,080	
<b>2 DB</b>	76,119	S.R.S	7	1,265	96,319	343
		S.R.D	11	3,238	246,496	
<b>3 A</b>	40,800	S.R.S	7	1,265	51,627	181
		TANDEN	20	3,160	128,948	

Elaborado por: Los autores

A continuación, se presenta las siguientes tablas en los que se indican el número de ejes equivalentes para periodos de 10 y 20 años.

**Tabla 30***Número de Ejes Equivalentes (ESAL'S) para un Periodo de 10 Años*

<b>PROYECCIÓN A 10 AÑOS</b>		
<b>Tipos de Vehículos</b>	<b>N</b>	<b>NT</b>
LIVIANOS	—	—
2 DA	21	42586
2 DB	343	708229
3 A	181	373054
<b>VEHÍCULOS TOTAL</b>		<b>1 123 868</b>

Elaborado por: Los autores

**Tabla 31***Número de Ejes Equivalentes (ESAL'S) para un Periodo de 20 Años*

<b>PROYECCIÓN 20 AÑOS</b>		
<b>Tipos de Vehículos</b>	<b>N</b>	<b>NT</b>
<b>LIVIANOS</b>	—	—
<b>2 DA</b>	21	111954
<b>2 DB</b>	343	1861859
<b>3 A</b>	181	980718
<b>VEHÍCULOS TOTAL</b>		<b>2 954 531</b>

Elaborado por: Los autores

## CAPÍTULO IV

### 4 ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO

#### 4.1 Localización del Proyecto

El presente estudio vial, se encuentra localizada, en la parroquia Ávila Huirino perteneciente al cantón Loreto en la provincia de Orellana, el cual tiene una longitud de desarrollo de 6 km, que permite conectar la zona rural con la urbana, dinamizando la economía del sector.

**Tabla 32**

*Coordenadas de la Ubicación del Proyecto, Tramo I*

TRAMO	UBICACIÓN DEL PROYECTO	COORDENADAS UTM		COTA
		E (m)	N (m)	msnm
INICIO	Barrio el Triunfo, ABS 0+000	242 974,15	9 922 512,92	409,88
FINAL	Tramo 1, ABS 6+000	246 390,48	9 922 041,71	375,17

Elaborado por: Los autores

**Tabla 33**

*Coordenadas de la Ubicación del Proyecto, Tramo II*

TRAMO	UBICACIÓN DEL PROYECTO	COORDENADAS UTM		COTA
		E (m)	N (m)	msnm
INICIO	Barrio el Triunfo, ABS 0+000	242 974,15	9 922 512,92	409,88
FINAL	Tramo 2, ABS 4+000	245 604,46	9 919 865,06	355,69

Elaborado por: Los autores

En la figura 14 se ilustra la ubicación del proyecto dentro del territorio ecuatoriano

#### **Figura 14**

*Ubicación del Proyecto de Estudio en la Provincia de Orellana*



Elaborado por: Los autores a través de Google Earth 2020

## 4.2 Descripción Geológica de la zona de Estudio

En el cantón Loreto, existen 6 tipos de formaciones geológicas, en su mayoría predominada por arcillas, areniscas meteorizadas, que generan suelos zonales sueltos, profundos, arcillosos y con baja fertilidad.

La formación geológica predominante en el cantón Loreto, corresponde a estratificaciones de arcilla, areniscas meteorizadas con una extensión de 62.441 ha, correspondiente al 29.48% de la Superficie cantonal, además presenta extensiones considerables de rocas sedimentarias bajo capas de cenizas con una superficie de 55.337 ha, correspondiente al 26.13%. y el 20.56% correspondiente a 43.545 ha esta conformadas por material detrítico tipo canto rodados, arenas, limos de origen volcánico están ubicados en la parte centro oriental del cantón (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Canton Loreto , 2015, p. 17).

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el tipo de formación en el cantón Loreto tanto como en superficie y porcentaje en relación al área total.

**Tabla 34**

*Tipo de Área de Formación*

<b>Tipo de Formación</b>	<b>Área</b>	<b>(%)</b>
Aluviones	31,754	14,99
Basamento Detrítico con cobertura de ceniza	15,247	7,2
Estratificaciones de arcilla a areniscas meteorizadas	62,441	29,48
lavas, tobas y cenizas	3,476	1,64
Material Detrítico tipo cantos rodados, arenas, limos de origen volcánico	43,545	20,56
Rocas sedimentarias bajo capa de cenizas	55,337	26,13

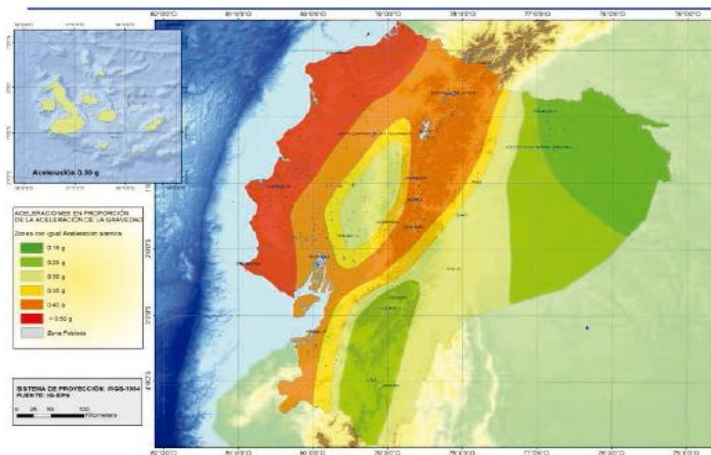
Fuente: (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Loreto, 2015, p. 18)

### 4.3 Tectónica y Estructura Geológica

El territorio ecuatoriano por estar ubicado en el cinturón de fuego del pacifico, presenta una alta intensidad a eventos sísmicos por lo que es necesario que todas las estructuras sean diseñadas para soportar dicho evento.

**Figura 15**

*Mapa de Riesgo Sísmico del Ecuador*



El país se encuentra dividido en 6 zonas sísmicas y están en función del factor  $z$  (aceleración máxima en la roca esperada para el sismo de diseño), el proyecto de diseño vial se encuentra ubicado en la provincia de Orellana y tiene un factor  $z=0.25$  por lo cual la característica sísmica es Alta.

#### 4.3.1 Amenazas Sísmicas

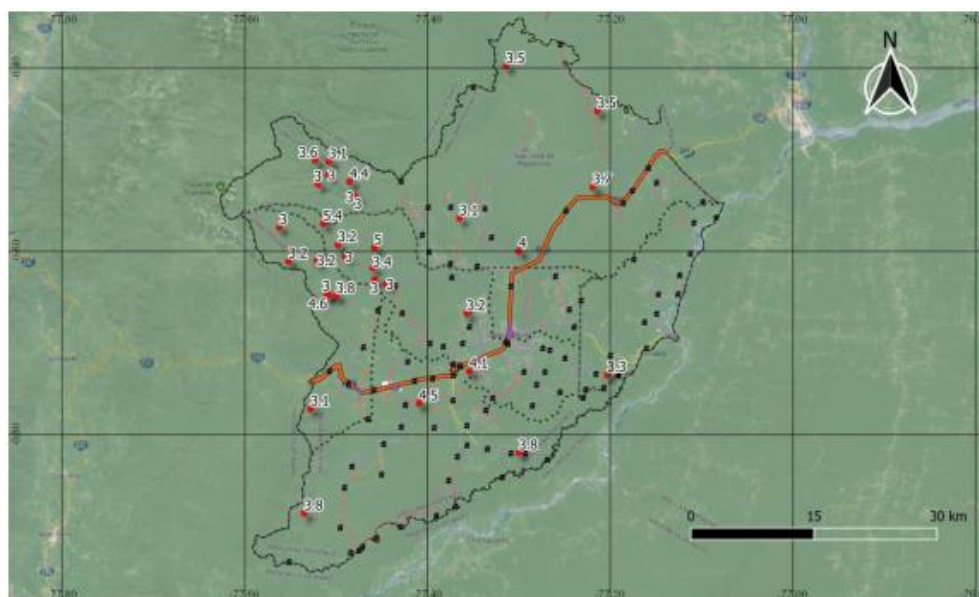
En el cantón Loreto, la ocurrencia de un evento sísmico puede causar impactos en el medio físico como deslizamientos, levantamientos y hundimientos de la corteza terrestre. Estas variaciones en el terreno provocan daños en las infraestructuras antrópicas, principalmente en edificaciones poniendo en riesgo la salud y vida de sus ocupantes. También se ve afectada la vegetación del lugar, la cual se inclina o se desmorona junto con los derrumbes, depresiones o graben y en los escarpes de fallas (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 376).



“Además, al llegar los derrumbes a las fuentes superficiales de agua pueden producir sedimentos que contaminan u obstruyen los sistemas de captación, afectando la salud de la población y las prácticas agrícolas” (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 376).

## **Figura 16**

*Registros Sísmicos, en el cantón Loreto*



Fuente: (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 376)

### **4.3.2 Amenazas volcánicas**

“El cantón Loreto es una zona con un riesgo volcánico alto, debido a la presencia de volcanes activos como son el Cotopaxi y el Sumaco, los cuales en sus procesos eruptivos podrían generar lahares, ceniza volcánica, entre otros” (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 374).

### **4.3.3 Amenazas de Inundaciones**

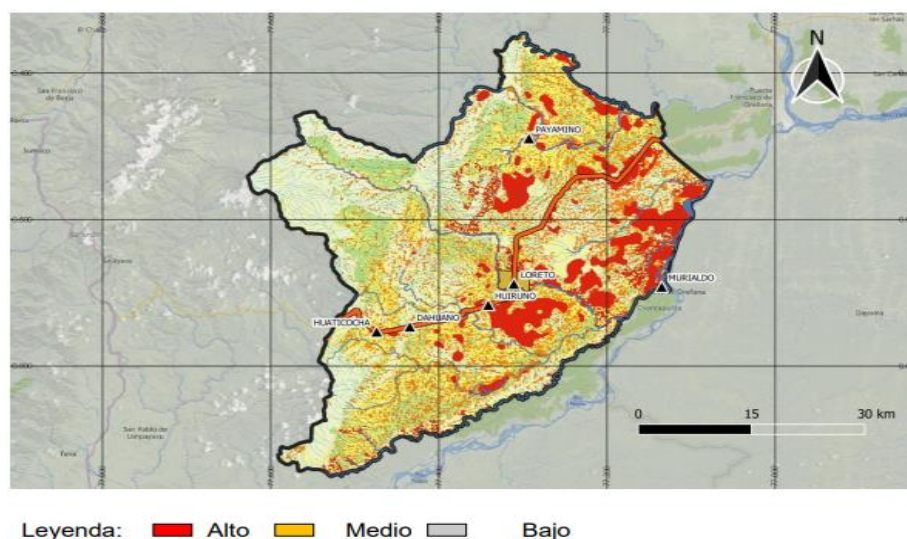
Debido a la topología del terreno en el Cantón Loreto, existen zonas que son propensas a inundaciones, ubicadas en las riberas de los principales cuerpos hídricos, esto sucede por el desbordamiento de los ríos, provocado por las intensas precipitaciones, y el tipo de textura arcillosa que posee el suelo (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 374).

La mayoría de los ríos poseen lateralmente llanuras de inundación, casi siempre en la cuenca media o inferior; éstas son bandas planas amplias que bordean el canal principal por una o las dos riveras. Sin embargo, estos sitios son los preferidos para los asentamientos humanos debido a la fertilidad de los suelos, las zonas propensas a inundaciones por las fuertes precipitaciones abarcan el 11,68 % de la superficie total del cantón, equivalentes a 25.128 ha (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 374).

Estas zonas se ubican en las riveras de los ríos Paushiyacu y Payamino en la parroquia San José de Payamino; en las riveras de los ríos Jandiayacu y Huino en Puerto Murialdo; en las riveras de los ríos Chacayacu y Cepano al sur de Ávila; y en las riveras de los ríos Bueno y Pucuno en San José de Dahuano (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 374).

## Figura 17

### *Zonas Susceptibles a Inundaciones*



Leyenda: ■ Alto ■ Medio ■ Bajo

Fuente: (GAD Municipal de Loreto, 2019-2023, p. 375)

#### 4.3.4 Localización de Botadores

En la parroquia Ávila Huirino, sector bajo el Triunfo existe un botadero de basura a cielo abierto sin las normas y reglamentación necesaria para su funcionamiento.

#### 4.4 Propiedades Físicas de la Sub-rasante

la Sub-rasante es una explanada de suelo, que permite soportar la estructura del pavimento (carpeta, base, sub-base y mejoramiento) y las cargas de tránsito en diferentes condiciones climáticas.

Para poder determinar la calidad de la sub-rasante de la vía, se procedió a extraer muestras inalteradas de suelo, a lo largo de toda la longitud de la vía, para posteriormente llevarlos a laboratorio y realizar los diferentes ensayos que nos permita determinar la calidad de la sub-rasante.

**Tabla 35**

*Espaciamiento Aproximado de las Perforaciones*

Espaciamiento Aproximado de las Perforaciones	
Tipo de Proyecto	Espaciamiento (m)
Edificio de muchos pisos	10-30
Plantas industriales de un piso	20-60
<b>Carreteras</b>	<b>250-500</b>
Sub división residencial	250-500
Presas y diques	40-80

Fuente: (BRAJA M, 2011, p. 77)

Tomando como referencia el espaciamiento aproximados de perforaciones, según Braja M Das, se determinó realizar las distintas calicatas en toda la longitud de la vía, cada 500 m, las cuales fueron ubicados al margen derecho, izquierdo de la vía y las muestras se tomaron a una profundidad de 1.50 m.

Las muestras obtenidas una vez realizadas las calicatas en la vía, estas fueron etiquetadas y transportadas al laboratorio, para posteriormente realizar todos los ensayos necesarios que nos permitan determinar la calidad de la sub rasante a través del ensayo de CBR y el tipo de suelo existente, de acuerdo a las clasificaciones SUCS y AASHTO.

A continuación, se muestra en el siguiente cuadro el número de calicatas realizadas en toda la longitud de la vía.

**Tabla 36**

*Distribución de Abscisas de Calicatas, en toda la Longitud de la Vía*

Muestreo			Ancho de la vía (m)	Profundidad (m)
Abscisa	Calicata	Lugar		
Tramo 1				
0+010	1	Derecho	9,0	1,5
0+500	2	Izquierdo	5,0	1,5
1+000	3	Derecho	5,5	1,5
1+500	4	Izquierdo	6,5	1,5
2+000	5	Derecho	5,0	1,5
2+500	6	Izquierdo	5,0	1,5
3+000	7	Derecho	4,5	1,5
3+500	8	Izquierdo	5,0	1,5
4+000	9	Derecho	4,5	1,5
Tramo 2				
4+010	10	Izquierdo	5,0	1,5
4+500	11	Derecho	5,0	1,5
5+000	12	Izquierdo	5,5	1,5
5+500	13	Derecho	5,5	1,5
6+000	14	Izquierdo	4,5	1,5

Fuente: EP-EMPROVIAL Laboratorio de suelos del GADPO 2020

A continuación, se indica las siguientes imágenes, en donde se muestra la extracción de calicatas, realizadas en la vía de estudio.

## Figura 18

### *Toma de Muestras de la Subrasante, a través de Calicatas*



Elaborado por: Los autores

Para la determinación de las propiedades físicas de la sub rasante se toman como referencia las distintas normas ASTM que indican el procedimiento a seguir para determinar dichas características las cuales se siguieron y se indican a continuación.

#### **4.4.1 Contenido de Humedad – Norma ASTM 2216**

“Este método de ensayo cubre la determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) por masa en los suelos, rocas y materiales similares, donde la reducción en más por secado se debe a la pérdida de agua” (Norma ASTM D 2216, 1988, p.1).

#### **4.4.2 Límites de Consistencia – ASTM D 4318**

“Este método de prueba describe la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos” (Norma ASTM D 4318, 1984, p.1).

##### **4.4.2.1 Límite Líquido (LL)**

El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo es el arbitrariamente definido como frontera entre el estado semilíquido y plástico. El límite líquido es determinado mediante la ejecución de pruebas en la cual una porción de espécimen es extendida en una copa de bronce, dividida en dos por una herramienta de ranurado, y entonces permite fluir juntos desde el choque causado por el golpe repetidamente de la copa en un dispositivo mecánico estándar (Norma ASTM D 4318, 1984, p.1).

#### **4.4.2.2 Límite Plástico (LP)**

“El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en la frontera entre el estado plástico y semisólido. El límite plástico es determinado mediante presión alternadamente junta y rodillada dentro de un diámetro de 3.2 mm (1/8 in) hile una pequeña porción de suelo plástico hasta que su contenido de agua es reducido a un punto en el cual el hilo se desmigaja y puede no alargarse al ser presionado junto y re- rodilla. El contenido de agua del suelo en este punto es reportado como el límite plástico” (Norma ASTM D 4318, 1984, p.1).

#### **4.4.3 Proctor Modificado – Norma ASTM D 1557**

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en laboratorio, para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 a 6 in (101.6 o 152.4 mm) de diámetro con un pisón de 10 lbf (44.5 N) que cae de una altura de 18 in (457 mm), produciendo una energía de compactación de 56 000 lb-pie/pie<sup>3</sup> (2700 KN-m/m<sup>3</sup>) (Norma ASTM D 1557, 2006).

#### **4.4.4 CBR- Norma ASTM D 1883**

El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de sub rasante y de las capas de base, sub base y de afirmad (Norma ASTM D 1883, 2006, p.1).

Para la determinación de la granulometría y clasificación del suelo se siguen las siguientes especificaciones

#### **4.4.5 Tamiz 200 – Norma ASTM D 422**

El alcance de la norma es determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo, de igual manera describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta la malla de 75 µm (Nº 200) (Norma ASTM D 422, 2016, p.1).

##### **4.4.5.1 Clasificación de suelos (AASHTO) – Norma ASTM D 3282**

Describe un procedimiento para clasificación de los suelos minerales y orgánico- minerales en siete grupos, basado en la determinación en el laboratorio de la distribución del tamaño de las partículas, el límite líquido y el índice plástico. Puede ser utilizado cuando se requiere una clasificación precisa de ingeniería, especialmente para propósitos de la construcción de carreteras. La evaluación de los suelos dentro de cada grupo es realizada por medio de un índice de grupo, el cual es un valor calculado de una fórmula empírica (Norma ASTM D 3282, 2004, p.1).

##### **4.4.5.2 Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) – Norma ASTM D 2487**

Esta norma describe un sistema para clasificar suelos minerales y orgánicos – minerales para propósitos de Ingeniería basados en la determinación en el laboratorio de las características del tamaño de las partículas, límite líquido e índice de plasticidad y deberá ser usado cuando se requiera una clasificación precisa (Norma ASTM D 2487, 2015, p.1).

#### ***4.4.6 Clasificación de suelos AASHTO***

Una vez realizado los diferentes ensayos de las muestras obtenidas de la sub rasante en la vía, se determina el tipo de suelo a la que pertenece de acuerdo a la clasificación AASHTO, siendo así, se tiene los siguientes suelos A-5, A-7-5 (VER ANEXO N°7 Ensayos de Laboratorio)

#### ***4.4.7 Clasificación de suelos SUCS***

De la misma manera como se procedió para determinar el tipo de suelo con el método AASHTO, se procede a determinar el tipo de suelo, de acuerdo a la clasificación SUCS, siendo así, por medio de la presente clasificación tenemos en el lugar suelos con clasificación MH – ML respectivamente.



**Tabla 37**

*Clasificación de Suelos según AASHTO y SUCS*

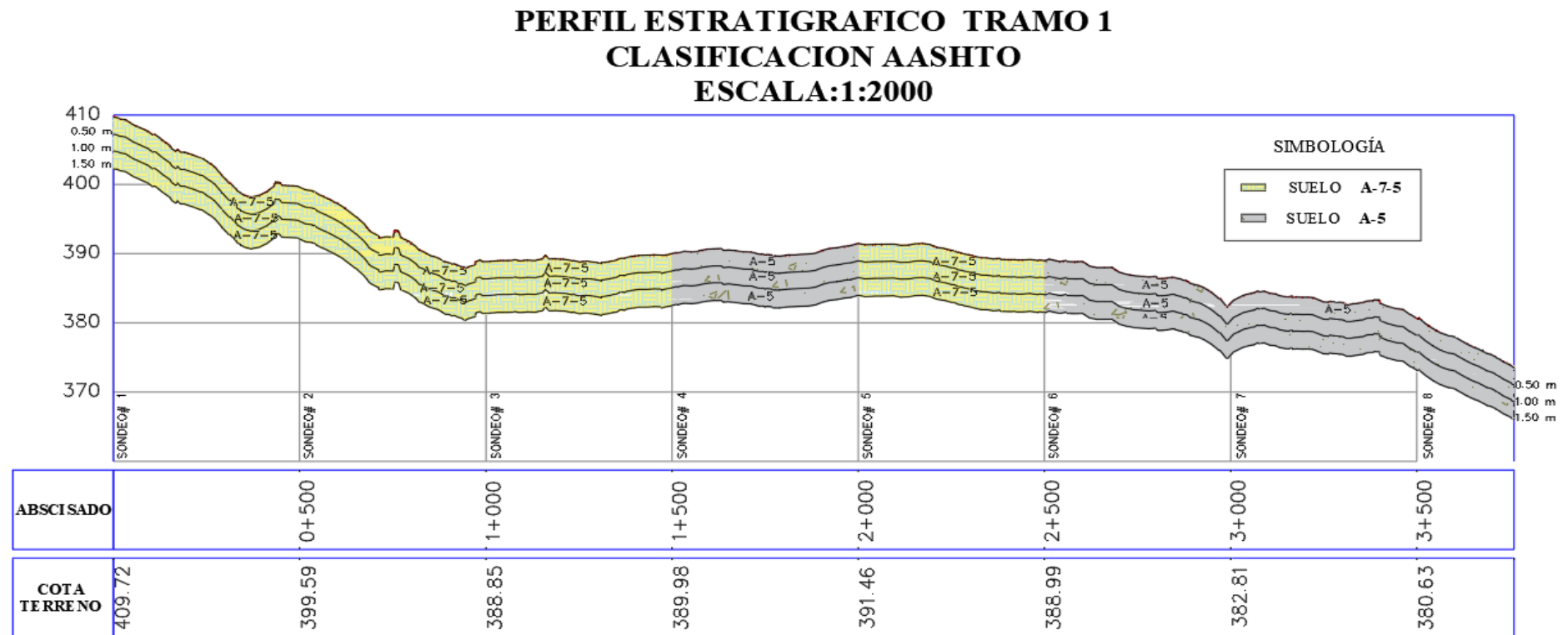
Datos			Clasificación		Color	Humedad	Límites de Atterberg			Granulometría				
Abscisa	Calicata	Lugar	SUCS	AASHTO			LL %	LP%	IP%	3"	4	10	40	200
Tramo 1														
0+010	1	Derecho	MH	A-7-5	Marrón	47,00	52,72	36,17	16,55	100	100	98,8	93,1	81,4
0+500	2	Izquierdo	MH	A-7-5	Marrón	47,00	52,72	36,17	16,55	100	100	98,8	93,1	81,4
1+000	3	Derecho	MH	A-7-5	Marrón	37,75	51,89	35,12	16,78	100	100	99,5	96,5	86,4
1+500	4	Izquierdo	MH	A-7-5	Marrón	47,00	52,72	36,17	16,55	100	100	98,8	93,1	81,4
2+000	5	Derecho	ML	A-5	Gris	61,21	47,85	39,16	8,69	100	100	98,9	96,3	90,3
2+500	6	Izquierdo	MH	A-7-5	Marrón	47,00	52,72	36,17	16,55	100	100	98,8	93,1	81,4
3+000	7	Derecho	ML	A-5	Gris	61,21	47,85	39,16	8,69	100	100	98,9	96,3	90,3
3+500	8	Izquierdo	ML	A-5	Gris	61,21	47,85	39,16	8,69	100	100	98,9	96,3	90,3
4+000	9	Derecho	ML	A-7-5	Café-Oscuro	45,25	44,51	33,67	10,84	100	100	96,5	88,3	74,3
Tramo 2														
4+010	10	Izquierdo	MH	A-7-5	Marrón	47,00	52,72	36,17	16,55	100	100	98,8	93,1	81,4
4+500	11	Derecho	MH	A-7-5	Marrón	47,00	52,72	36,17	16,55	100	100	98,8	93,1	81,4
5+000	12	Izquierdo	MH	A-7-5	Marrón	47,00	52,72	36,17	16,55	100	100	98,8	93,1	81,4
5+500	13	Derecho	MH	A-7-5	Marrón	55,48	55,48	36,17	19,38	100	100	99,5	98,0	89,7
6+000	14	Izquierdo	MH	A-7-5	Marrón	55,48	55,48	36,17	19,38	100	100	99,5	98,0	89,7

Fuente: EP-EMPROVIAL Laboratorio de suelos del GADPO 2020

#### 4.4.8 Perfiles Estratigráficos

**Figura 19**

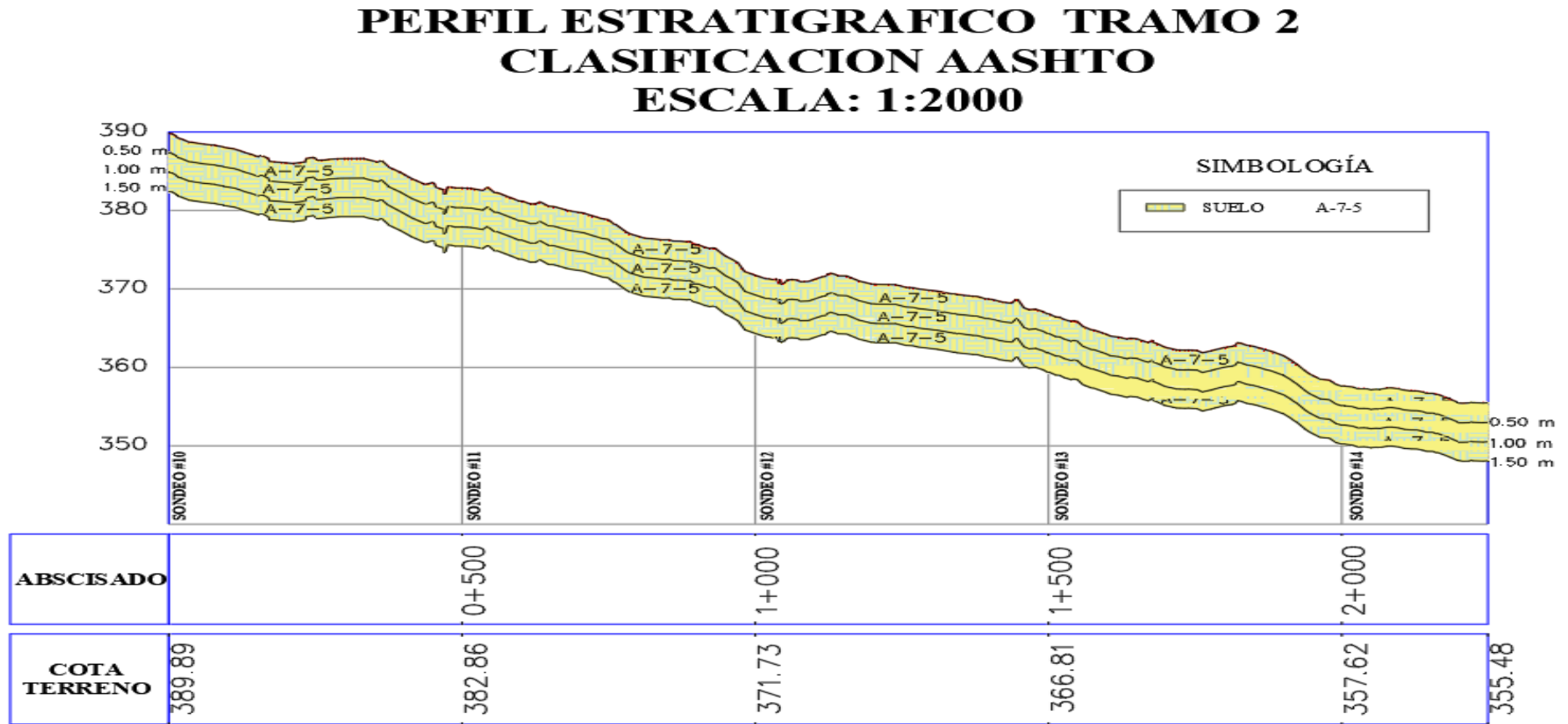
*Perfil Estratigráfico Tramo 1, Clasificación AASHTO*



Elaborado por: Los autores

Figura 20

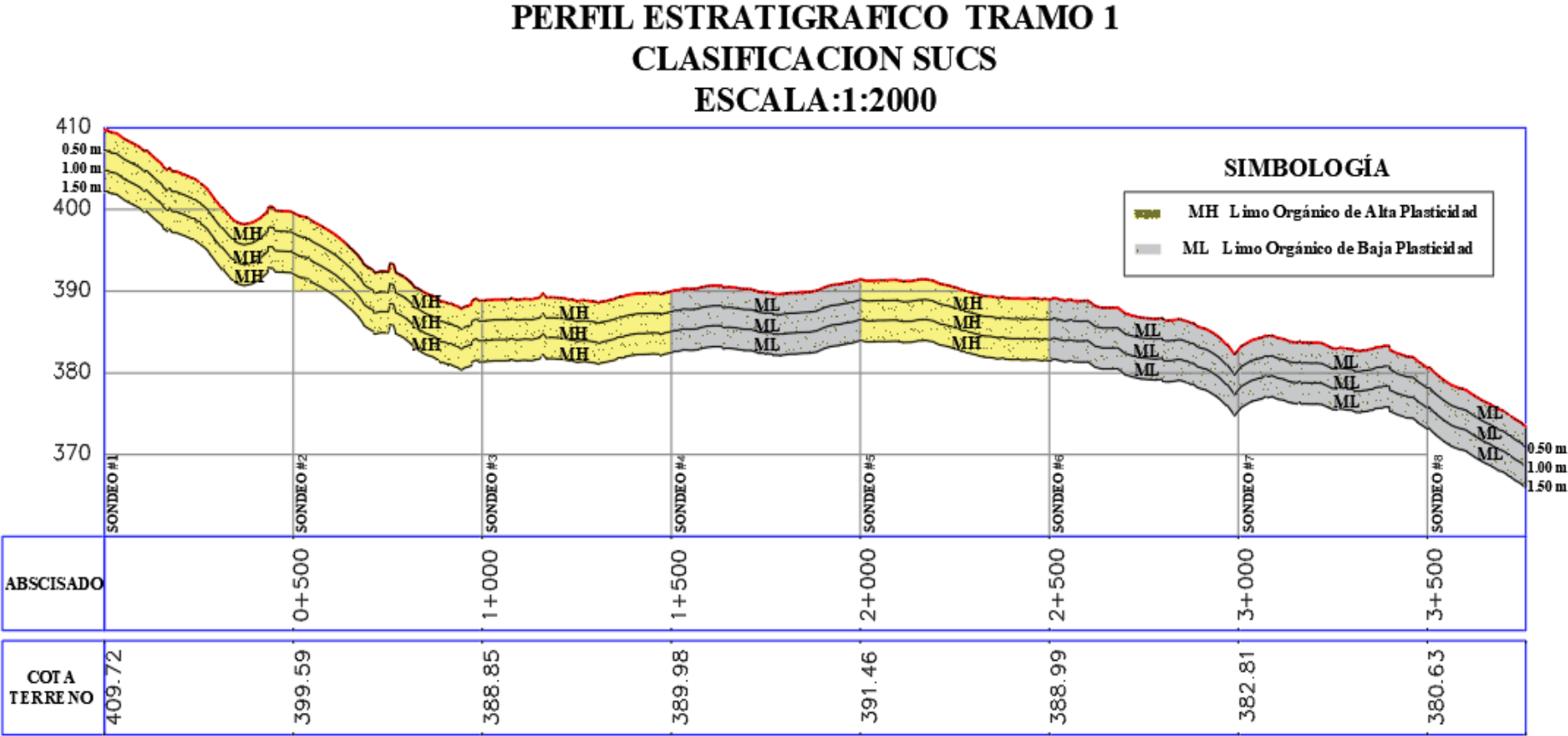
Perfil Estratigráfico Tramo 2, Clasificación AASHTO



Elaborado: Por los autores

Figura 21

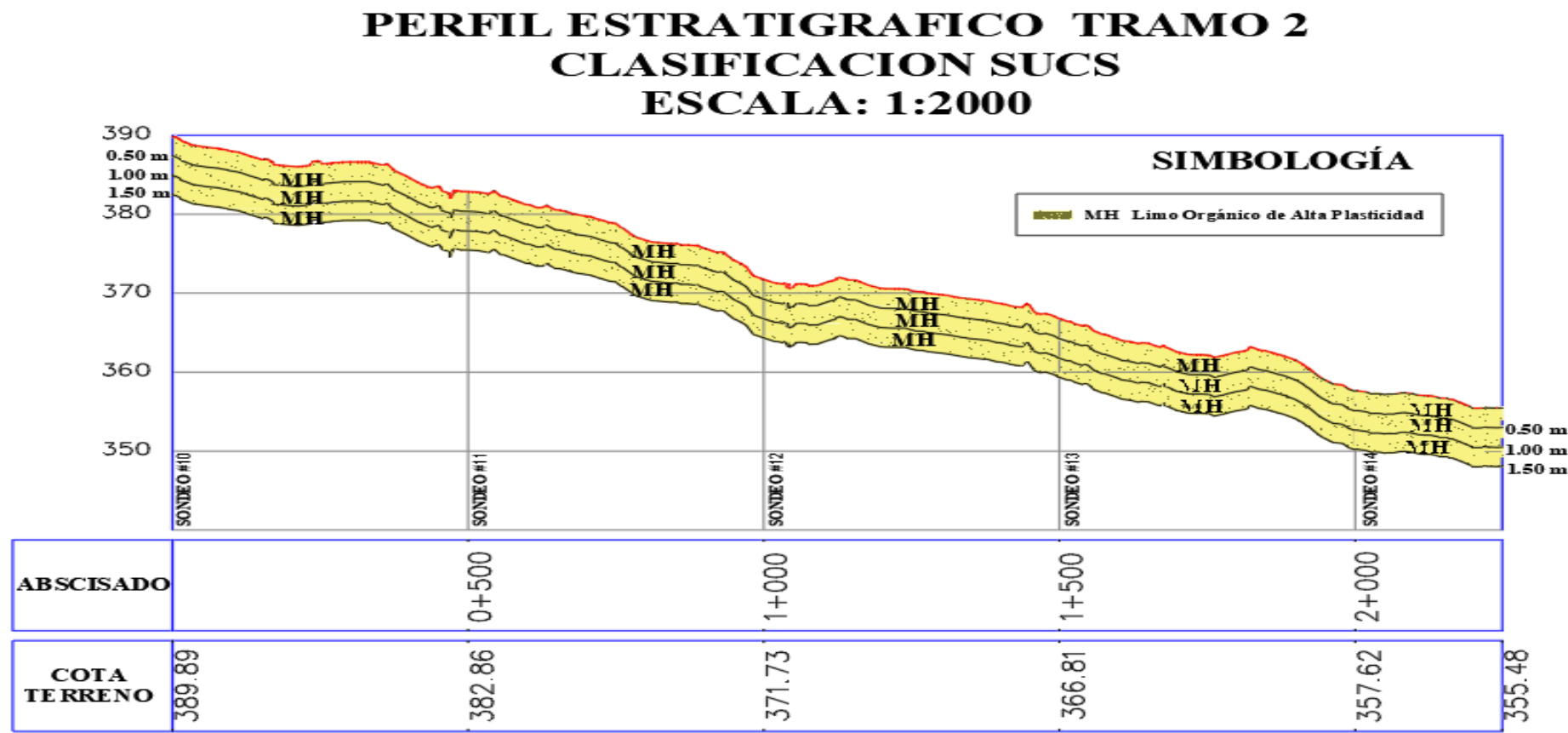
Perfil Estratigráfico Tramo 1, Clasificación SUCS



Elaborado: Por los autores

Figura 22

Perfil Estratigráfico Tramo 2, Clasificación SUCS



Elaborado por: Los autores

#### 4.4.9 Propiedades mecánicas de la Sub rasante

Las propiedades mecánicas de la sub rasante que permiten determinar la calidad de la misma son:

- CBR
- Módulo Resiliente

##### 4.4.9.1 California Bearing Ratio (CBR)

De acuerdo con el informe emitido una vez terminados los ensayos de CBR, en los laboratorios del GADPO, se menciona que el promedio de las muestras ensayadas es de 10.28 T/m<sup>2</sup>, lo que indica, el suelo de la sub rasante posee una capacidad portante de 10.28 T y cuya calidad es (Sub rasante Regular a Buena) (VER ANEXO N°7 Ensayos de Laboratorio)

**Tabla 38**

*Clasificación de la Sub rasante en función del CBR*

CBR.	Clasificación
0 -- 5	Sub rasante muy mala
5 -- 10	Sub rasante mala
<b>10 -- 20</b>	<b>Sub rasante regular a buena</b>
20 -- 30	Sub rasante muy buena
30 -- 50	Sub base buena
50 -- 80	Base buena
80 -- 100	Base muy buena

Fuente: EP-EMPROVIAL laboratorio de suelos del GADPO 2021.

Se presenta a continuación, los resultados de los ensayos de CBR de las muestras de suelo, tomadas en toda la longitud de la vía.

**Tabla 39**

*Resultados de los ensayos de CBR en cada Abscisa, realizado en la vía.*

CBR			Humedad Natural %	Densidad Max. Seca (kg/cm3)	Humedad Optima %	CBR al 95% (T/m2)	Esponjamiento %
Datos							
Abscisa	Calicata	Lugar					
Tramo 1							
0+010	1	Derecho	47,00	1,366	29,43	6,80	0,29
0+500	2	Izquierdo	47,00	1,366	29,43	6,80	0,29
1+000	3	Derecho	37,75	1,402	26,32	8,63	0,28
1+500	4	Izquierdo	47,00	1,366	29,43	6,80	0,29
2+000	5	Derecho	61,21	1,331	29,80	13,88	0,53
2+500	6	Izquierdo	47,00	1,366	29,43	6,80	0,29
3+000	7	Derecho	61,21	1,331	29,8	13,88	0,53
3+500	8	Izquierdo	61,21	1,331	29,8	13,88	0,53
4+000	9	Derecho	45,25	1,433	28,97	13,19	0,22
Tramo 2							
4+010	10	Izquierdo	47,00	1,366	29,43	6,80	0,29
4+500	11	Derecho	47,00	1,366	29,43	6,80	0,29
5+000	12	Izquierdo	47,00	1,366	29,43	6,80	0,29
5+500	13	Derecho	55,48	1,385	28,49	8,90	0,55
6+000	14	Izquierdo	55,48	1,385	28,49	8,90	0,55

Fuente: EP-EMPROVIAL laboratorio de suelos del GADPO 2021.

La humedad natural de la sub rasante, de acuerdo con el informe, es superior al de la humedad optima, se recomienda laborar en días soleados con la finalidad de evaporar el exceso de humedad a través de los rayos solares.

#### 4.4.9.2 Módulo Resiliente de diseño (Mr)

La importancia del módulo Resiliente reside principalmente en la caracterización del material por su respuesta a cargas cíclicas que simulan el paso del tráfico sobre la estructura del pavimento. La American Society of Highway American Association of State Highway and Transportation Officials(AASHTO), hace referencia al módulo Resiliente como el principal parámetro para el diseño de pavimentos multicapas, especialmente para el dimensionamiento de las capas de materiales de Sub base y Sub rasante, que son los cimientos de las estructuras de pavimentos. (Luis, 2013).

El módulo Resiliente de diseño, está en función del CBR de diseño, el cual se determina con el percentil 85, como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 40**

*Determinación del Percentil 85*

Total			CBR. > a <	Porcentaje Acumulado	Percentil 85
Abscisa	Ordinal	CBR. %			
0+010	1	6,80	13,88	7,14	
0+500	2	6,80	13,88	14,29	
1+000	3	8,63	13,88	21,43	
1+500	4	6,80	13,19	28,57	
2+000	5	13,88	8,90	35,71	
2+500	6	6,80	8,90	42,86	
3+000	7	13,88	8,63	50,00	
3+500	8	13,88	6,80	57,14	
4+000	9	13,19	6,80	64,29	
4+010	10	6,80	6,80	71,43	
4+500	11	6,80	6,80	78,57	
5+000	12	6,80	6,80	85,71	<b>6,8</b>
5+500	13	8,90	6,80	92,86	
6+000	14	8,90	6,80	100,00	

Fuente: EP-EMPROVIAL laboratorio de suelos del GADPO 2021.



Para determinar el módulo Resiliente, este se lo realiza en función de las ecuaciones de la norma AASHTO 93, el cual nos permite determinar en función del CBR de diseño.

$$CBR \leq 7.2\% \quad Mr = 1500 * CBR \text{ (psi)} \quad Ecu 10$$

$$7.2\% < CBR \leq 20\% \quad Mr = 3000 * CBR^{0.65} \text{ (psi)} \quad Ecu 12$$

$$CBR > 20\% \quad Mr = 436 * \ln * CBR + 241 \text{ (psi)} \quad Ecu 13$$

El módulo Resiliente se determina con la ecuación:

$$CBR \leq 7.2\% \quad Mr = 1500 * CBR \text{ (psi)}$$

Debido a que el CBR de diseño es menor a lo especificado en la ecuación  $6.8\% \leq 7.2\%$

$$Mr = 1500 * CBR \text{ (psi)}$$

$$Mr = 1500 * 6.8 \text{ (psi)}$$

$$Mr = 10\,200 \text{ (psi)}$$

#### 4.5 Análisis de fuentes de material pétreo

La provincia de Orellana, según datos del año 2013 de la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), posee 55 concesiones mineras distribuidas en los 4 cantones. Los recursos principales que se extraen son: pétreos (piedras y áridos), no metálicos y metálicos (GADPO, 2015, p.105).

Para el presente estudio, una vez realizado una inspección a las minas, disponibles en el cantón Loreto y fuera del cantón, tomando en consideración la distancia desde las minas hacia el lugar del proyecto, calidad y la disponibilidad de materiales se ha seleccionado las siguientes alternativas que se presentan a continuación:

- Mina Cepano
- Mina Guayusa

#### 4.5.1 Localización de la mina

Las minas seleccionadas como alternativas de uso para el proyecto se encuentran ubicadas dentro de la provincia de Orellana y a continuación se presenta su Ubicación:

**Tabla 41**

*Localización de las Minas Seleccionadas para el Proyecto*

Nombre de la Mina	Código	Estado	COORDENADAS		Distancia al Proyecto (Km)
			Norte	Este	
Cepano	1 000 000 52	INSCRITA	9 916 152	240 267	15
Guayusa	401296	INSCRITA	9 970 500	271 200	75

Elaborado por: Los autores

#### 4.5.2 Especificaciones Técnicas

Los materiales de base y sub base deben cumplir las especificaciones técnicas para ser clasificados según su clase, a continuación, se indica las especificaciones que deben cumplir dichos materiales

##### 4.5.2.1 SUB BASE

“Las capas de Sub base esta compuestas por agregados obtenidos por procesos de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la sección 816” (MOP, 2000, p.242).

Las características mecánicas que deben cumplir la Sub base de acuerdo con la norma MOP-2000 con las siguientes:

**Tabla 42**

*Características Mecánicas mínimas de la Sub-base*

SUB - BASE	
Coefficiente de Desgaste	< 50 %
Índice de plasticidad	< 6 %
límite liquido	< 25 %
CBR	≥ 30 %

Fuente: (MOP, 2002, p. 242)

Existen 3 tipos de Sub base de acuerdo con la MOP 2002, y son directamente proporcional a la granulometría del material, las cuales se indican a continuación:

#### **4.5.2.1.1      *SUB BASE CLASE 1***

Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración (MOP, 2000, p.242).

#### **4.5.2.1.2      *SUB BASE CLASE 2***

Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2 (MOP, 2000, p.242).

#### **4.5.2.1.3      *SUB BASE CLASE 3***

“Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1” (MOP, 2000, p.242).

A continuación, se presenta el cuadro, en donde se Indica el porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada, y el que permite clasificar a la sub base en sus diferentes clases en función de la Granulometría.

**Tabla 43**

*Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de la malla Cuadrada*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>		
	<b>CLASE 1</b>	<b>CLASE 2</b>	<b>CLASE 3</b>
3" (76.2 mm)	--	--	100
2" (50.4 mm)	--	100	--
1 1/2 (38.1 mm)	100	70 --100	--
Nº 4 (4.75 mm)	30 -- 70	30 -- 70	30 -- 70
Nº 40 (0.425 mm)	10 -- 35	15 -- 40	--
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 15	0 -- 20	0 --20

Fuente: (MOP, 2002, p. 243)

#### **4.5.2.2 BASE**

La base está compuesta por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una sub rasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales. (MOP, 2000, p.252).

De acuerdo con las MOP 2002, el material que se denomina Base debe cumplir los siguientes requisitos mínimos para clasificarlos como ello.

**Tabla 44**

*Características Mecánicas Mínimas de la Base*

<b>BASE</b>	
Coeficiente de Desgaste	< 40 %
Índice de plasticidad	< 6 %
límite líquido	< 25 %
CBR	≥ 80 %

Fuente: (MOP, 2002, p. 252)

En función de la norma MOP 2002, las bases se clasifican de la siguiente manera:

#### **4.5.2.2.1 BASE CLASE 1**

“Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2 y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los tipos A y B en la tabla 404-1.1” (MOP, 2000,p. 252)

A continuación, se presenta el cuadro, en donde se Indica el porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada, y el que permite clasificar al material en, Base Clase I A o Base Clase I B, en función de su Granulometría.

**Tabla 45**

*Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de Malla Cuadrada*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>	
	<b>TIPO A</b>	<b>TIPO B</b>
2" (50.8 mm)	100	--
1 1/2" (38.1 mm)	70 -100	100
1" (25.4 mm)	55 - 85	70 - 100
3/4" (19.0 mm)	50 - 80	60 - 90
3/8" (9.5 mm)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm)	10 -- 25	10 -- 25
Nº 200 (0.075 mm)	2 -- 12	2 -- 12

Fuente: (MOP, 2002, p. 253)

#### **4.5.2.2.2 BASE CLASE 2**

Son Bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirá los requisitos establecidos en la subsección 814-4. Y deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 404-1.2 (MOP, 2000, p.252).

A continuación, se presenta el cuadro, en donde se Indica el porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada, y el que permite clasificar al material en, Base Clase II, en función de su Granulometría.

**Tabla 46**

*Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de Malla Cuadrada*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
1" (25.4 mm)	100
3/4" (19.0 mm)	70 -- 100
3/8" (9.5 mm)	50 -- 80
N° 4 (4.76 mm)	35 -- 65
N° 10 (2.00 mm)	25 -- 50
N° 40 (0.425 mm)	15 -- 30
N° 200 (0.075 mm)	3 -- 15

Fuente: (MOP, 2002, p. 254)

#### **4.5.2.2.3 BASE CLASE 3**

Son Bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25 % en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4. Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 404-1.3 (MOP, 2002, p.253).

A continuación, se presenta el cuadro, en donde se Indica el porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada, y el que permite clasificar al material en, Base Clase III, en función de su Granulometría.

**Tabla 47***Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de la Malla Cuadrada*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
3/4" (19.0 mm)	100
N° 4 (4.76 mm)	45 -- 80
N° 10 (2.00 mm)	30 -- 60
N° 40 (0.425 mm)	20 -- 35
N° 200 (0.075 mm)	3 -- 15

Fuente: (MOP, 2002, p. 254)

**4.5.2.2.4 BASE CLASE 4**

“Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 404-1.4” (MOP, 2002, p.253).

A continuación, se presenta el cuadro, en donde se Indica el porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada, y el que permite clasificar al material en, Base Clase IV, en función de su Granulometría.

**Tabla 48***Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de Malla Cuadrada*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
3/4" (19.0 mm)	100
N° 4 (4.76 mm)	45 -- 80
N° 10 (2.00 mm)	30 -- 60
N° 40 (0.425 mm)	20 -- 35
N° 200 (0.075 mm)	3 -- 15

Fuente: (MOP, 2002, p. 254)

### 4.5.3 Clasificación de los materiales de las minas

Para la clasificación de los materiales que se utilizaran en la construcción de la vía y si corresponden para el uso como base y sub base, se realizaron diferentes ensayos tanto de granulometría y abrasión, que permitan cumplir con las exigencias de la MOP.

A continuación, se presenta los resultados del ensayo de resistencia al desgaste de los agregados (Abrasión) de la mina Cepano, Ubicada en el cantón Loreto, en la provincia de Orellana, de acuerdo a la norma ASTM C – 535.

**Tabla 49**

*Peso de la Muestra en (gr) para el Ensayo de Abrasión*

<b>GRADACIÓN TIPO "E"</b>			
TAMIZ	FUENTE + MUESTRA	FUENTE	MUESTRA
3" - 2.1/2"	2490	0	2490
2.1/2" - 2"	2447	0	2447
2" - 1.1/2"	5050	0	5050
	MUESTRA TOTAL (gr)		9987

Fuente: Laboratorio Especialista de Hormigón (LEHO),2021.

**Tabla 50**

*Resultados del Ensayo de Abrasión de la Mina Cepano*

NÚMERO DE BOLAS	12
NÚMERO DE VUELTAS	1000
PESO TAMIZ # 12	371,4
PESO TAMIZ + MUESTRA	9415
RETUVO EN EL TAMIZ # 12	9043,6
PASA EL TAMIZ # 12	943,4
VALOR DE DEGRADACIÓN EN %	9,4 %
ESPECIFICADO	< 50 %

Fuente: Laboratorio Especialista de Hormigón (LEHO),2021.

El material cumple con las especificaciones requeridas por la MOP 2002, en el capítulo IV, sección 403 Sub Bases, pagina 242, donde indica que la resistencia al desgaste de agregados debe ser menor del 50%.



Los resultados del ensayo de granulometría del material, de la mina la Cepano se presentan a continuación:

**Tabla 51**

*Granulometría del Material de la mina Cepano*

TAMIZ N°		MASA RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES MOP – F – 2002 TABLA 403 – 1.1	
		PARCIAL(gr)	ACUMULADO(gr)	RETENIDO	PASANTE		
SERIE GRUESA							
100 mm	4"						
75 mm	3 "	0	0	0	100	100	100
63 mm	2 1/2 "	3293	3293	9	91		
50 mm	2 "	1948	5241	15	85		
38.1 mm	1 1/2 "	1923	7164	20	80		
25 mm	1 "	2233	9397	27	73		
19 mm	3/4 "	1328	10725	30	70		
12.5 mm	1/2 "	1897	12622	36	64		
9.5 mm	3/8 "	1081	13703	39	61		
4.75 mm	No. 4	3169	16872	48	52	30	70
PASA No. 4		18366	18366	52			
SERIE FINA							
2. mm	No. 10	139,1	139,1	60	40		
1.18 mm	No. 16						
0.6 mm	No. 30						
0.425 mm	No. 40	329,9	469,0	89	11		
0.3 mm	No. 50						
0.075 mm	No. 200	110,6	579,6	98	2	0	20
TOTAL (gr)			35238				
Masa Inicial parte fina		600,0 gr					

Fuente: Laboratorio Especialista de Hormigón (LEHO),2021.

**Tabla 52**

*Porcentaje en Peso que pasa a través de los Tamices de la malla Cuadrada*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm)	--	--	<b>100</b>
2" (50.4 mm)	--	100	--
1 1/2 (38.1 mm)	100	70 -- 100	--
Nº 4 (4.75 mm)	30 -- 70	30 -- 70	<b>30 -- 70</b>
Nº 40 (0.425 mm)	10 -- 35	15 -- 40	--
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 15	0 -- 20	<b>0 -- 20</b>

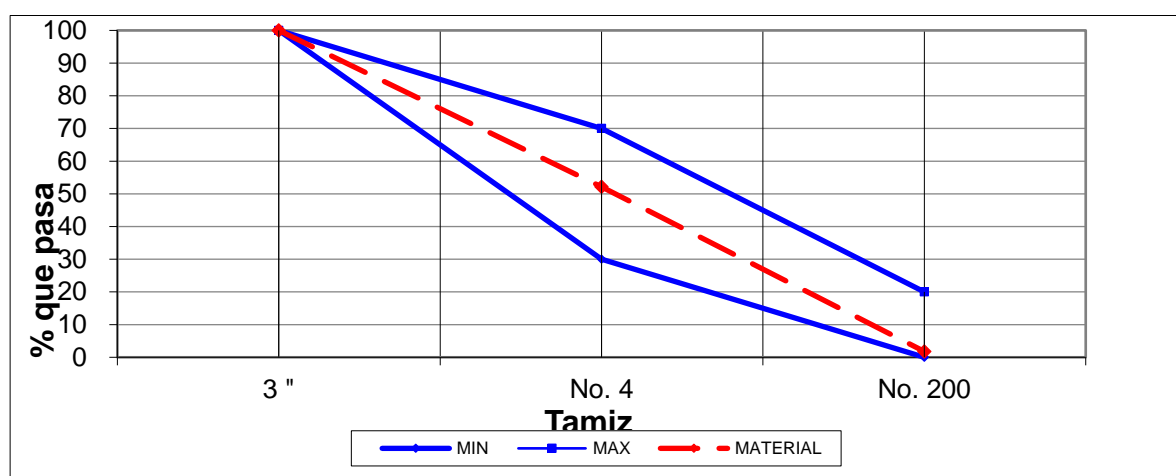
Fuente: Mop 2002, Tabla 403-1.1, pag.243.

El material granular de la mina Cepano, cumple la especificación del capítulo IV, sección 403, pág. 243, tabla 403-1.1, en el que se indica el Porcentaje en Peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada, dando como resultado que el material ensayado se clasifica como Sub Base Clase III.

A continuación, se presenta la faja granulométría del material, en el cual se visualiza el material ensayado de la mina Cepano, se encuentra dentro de los límites establecidos en la MOP 2002 y que permiten clasificar al material.

**Figura 23**

*Faja Granulométrica del Material, de la Mina Cepano*



Elaborado por: Los autores

#### 4.5.3.1 Base

A continuación, se presenta los resultados del ensayo de resistencia al desgaste de los agregados (Abrasión) de la mina la Guayusa, Ubicada en el cantón Orellana, en la provincia de Orellana, de acuerdo a la norma ASTM C – 535.

**Tabla 53**

*Peso de la Muestra en (gr), para el Ensayo de Abrasión, de la Mina Guayusa*

<b>GRADACIÓN TIPO "A"</b>			
TAMIZ	FUENTE + MUESTRA	FUENTE	MUESTRA
1,1/2" - 1"	1244	0	1244
1" - 3/4"	1250	0	1250
3/4" - 1/2"	1250	0	1250
1/2" - 3/8"	1251	0	1251
MUESTRA TOTAL (gr)			4995

Fuente: Laboratorio Especialista de Hormigón (LEHO),2021.

**Tabla 54**

*Resultados del Ensayo de Abrasión, de la Mina Guayusa*

NÚMERO DE BOLAS	12
NÚMERO DE VUELTAS	500
PESO TAMIZ # 12	371,4
PESO TAMIZ + MUESTRA	4591
RETUVO EN EL TAMIZ # 12	4219,6
PASA EL TAMIZ # 12	775,4
VALOR DE DEGRADACIÓN EN %	<b>15,5</b>
ESPECIFICADO	<b>&lt; 40 %</b>

Fuente: Laboratorio Especialista de Hormigón (LEHO),2021.

El material cumple con las especificaciones requeridas por la MOP 2002, en el capítulo IV, sección 404 Bases, pagina 252, donde indica que la resistencia al desgaste de agregados debe ser menor del 40%.

Los resultados del ensayo de granulometría del material, de la mina la Guayusa se presentan a continuación.

**Tabla 55***Granulometría del Material, de la Mina Guayusa*

<b>TAMIZ</b>		<b>PESO RETENIDO PARCIAL</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% PASANTE ACUMULADO</b>	<b>ESPECIFICADO MOP - F - 2002 TABLA 404 - 1.1(B)</b>	
<b>INEN (mm)</b>	<b>ASTM (in)</b>						
75,00	3						
63,00	2 1/2						
50,00	2	0	0	0			
37,50	1 1/2	0	0	0	100		<b>100</b>
25,00	1	1.766	1.766	6	<b>94</b>	<b>70</b>	<b>100</b>
19,00	3/4	2.805	4.571	15	<b>85</b>	<b>60</b>	<b>90</b>
12,50	1/2	6.106	10.677	36	64		
9,50	3/8	2.724	13.401	45	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>75</b>
4,75	No. 4	3.418	16.819	57	<b>43</b>	<b>30</b>	<b>60</b>
<b>PASA No. 4</b>		12.834	12.834	43			
2,38	8						
2,00	10	59,2	59,2	4	<b>39</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
1,18	16						
0,59	30						
0,42	40	207,3	266,5	19	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>25</b>
0,297	50						
0,149	100						
0,075	200	294,4	560,9	40	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>PASA No. 200</b>			39	3			
<b>TOTAL</b>			<b>29.653</b>				

Fuente: Laboratorio Especialista de Hormigón (LEHO),2021.

**Tabla 56***Porcentaje en Peso que pasa a Través de los Tamices de la malla Cuadrada*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>	
	<b>TIPO A</b>	<b>TIPO B</b>
2" (50.8 mm)	100	--
1 1/2" (38.1 mm)	70 -100	<b>100</b>
1" (25.4 mm)	55 - 85	<b>70 - 100</b>
3/4" (19.0 mm)	50 - 80	<b>60 - 90</b>
3/8" (9.5 mm)	35 - 60	<b>45 - 75</b>
N° 4 (4.76 mm)	25 - 50	<b>30 - 60</b>
N° 10 (2.00 mm)	20 - 40	<b>20 - 50</b>
N° 40 (0.425 mm)	10 -- 25	<b>10 -- 25</b>
N° 200 (0.075 mm)	2 -- 12	<b>2 -- 12</b>

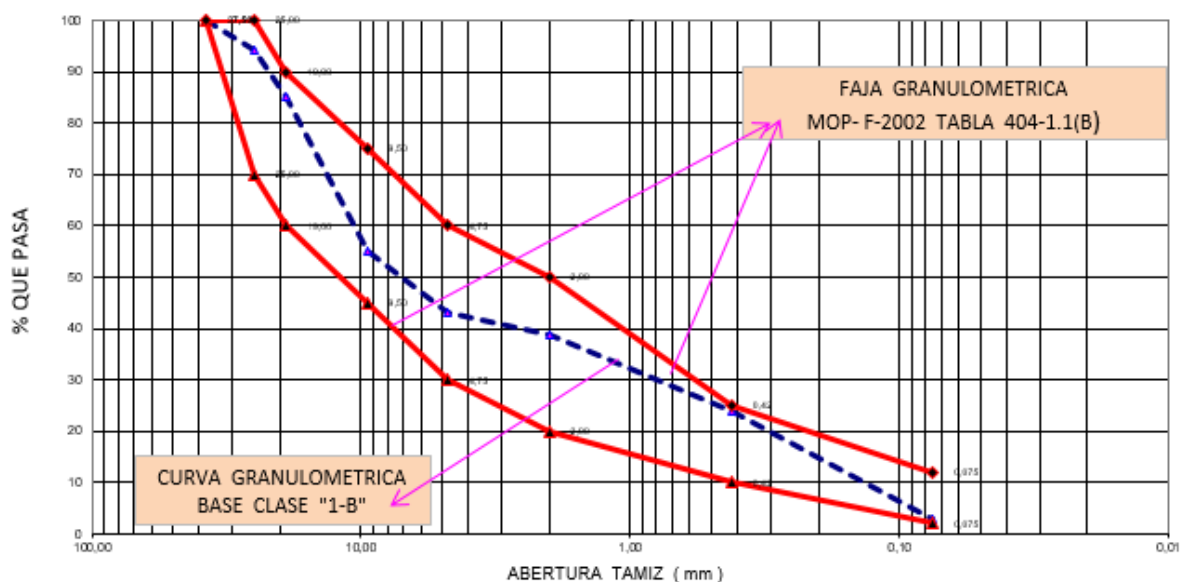
Fuente: Mop 2002, Tabla 404-1.1, pag.253.

El material granular de la mina Guayusa, cumple la especificación del capítulo IV, sección 404, pág. 253, tabla 404-1.1, en el que se indica el Porcentaje en Peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada, dando como resultado que el material ensayado se clasifica como Base Clase I B.

A continuación, se presenta la faja granulométría del material, en el cual se visualiza el material ensayado de la mina Guayusa, se encuentra dentro de los límites establecidos en la MOP 2002 y que permiten clasificar al material.

**Figura 24**

*Faja Granulométrica del Material, de la Mina Guayusa*



Elaborado por: Los autores

## CAPÍTULO V

### 5 DISEÑO DE PAVIMENTO

#### 5.1 Generalidades

El diseño del pavimento, tiene como finalidad determinar los diferentes espesores (mejoramiento, Sub base, base y carpeta flexible) que permitan dar soporte a las cargas vehiculares transmitidas.

Para determinar los espesores de la estructura de la vía, se considerará el método propuesto en la norma AASHTO 93, el cual permite determinar  $S_n$  requerido y el  $S_n$  de aporte, con la siguiente expresión que se presenta a continuación:

$$\log_{10} w_{18} = Z_r + 9.36 * \log_{10}(S_n + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(S_n+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_r - 8.07 \quad Ecu 14$$

Donde:

- $W_{18}$  = Número de repeticiones de cargas equivalentes de 18 kips (8.2 T) acumuladas en el periodo de diseño.
- $Z_r$  = Desviación normal
- $S_n$  = Número estructural (in)
- $S_o$  = Desviación estándar
- $\Delta PSI$  = Pérdida de Serviciabilidad
- $M_r$  = Módulo Resiliente de la Subrasante

(Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

#### 5.1.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y Periodos de Diseño

El tráfico promedio diario anual (TPDA), para nuestro estudio, será el que se determinó en el cap. 3, como se muestra a continuación, en el cual se presenta el tráfico promedio diario anual para periodos de diseño de 10 y 20 años.

**Tabla 57***Tráfico Promedio Diario Anual para periodos comprendidos entre 10 y 20 años*

<b>Tiempo</b>	<b>Años</b>	<b>TPDA</b>	<b>Td (6,5%*TPDA)</b>	<b>TD (0,0%*TPDA)</b>	<b>Tg (9,5%*TPDA)</b>	<b>TPDA TOTAL</b>
0	2020	530	34	0	50	615
10	2030	702	46	0	67	814
20	2040	863	56	0	82	1001

Elaborado por: Los autores

**5.1.2 Carga Vehicular de Diseño**

Tomando en cuenta la norma AASHTO, se determina los respectivos ejes equivalentes para periodos de 10 y 20 años cuyos valores se detallan a continuación:

**Tabla 58**

*Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes Esal's, para periodos comprendidos entre 10 y 20 años*

<b>Años</b>	<b>Tpda</b>	<b>Esal's</b>
2030	814	1'123.868
2040	1001	2'954.531

Elaborado por: Los autores

**5.1.3 Nivel de Confiabilidad**

La confiabilidad de un proceso de diseño – comportamiento de un pavimento, es la probabilidad de que una sección del pavimento, diseñada usando el proceso, se comportara satisfactoriamente bajo las condiciones de tráfico y medio ambiente, durante el periodo de tiempo transcurrido para que una estructura de pavimento, nueva o rehabilitada se deteriore desde su Serviciabilidad inicial hasta Serviciabilidad final (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p.95).

En la siguiente tabla se presenta los niveles de confianza que se recomiendan usarlos para diferentes tipos de carreteras, en basa al valor escogido se determinara la desviación normal estándar  $Z_r$ .

**Tabla 59**

*Niveles de Confiabilidad Sugeridos por Varias Clasificaciones Funcionales*

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Obras Vías Libres	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 130)

Como resultado del TPDA proyectado, determinado en el capítulo 3, se puede mencionar que la vía de estudio es de clase III y está, se cataloga como colectora, dicha vía se encuentra ubicada en la zona rural del cantón Loreto y el nivel de confiabilidad con el que se trabajara es del  $R = 85$  y su desviación normal estándar de  $Z_r = -1.037$ , el cual se detalla a continuación en la siguiente tabla:



**Tabla 60***Valores de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar (Zr)*

Confiabilidad R (%)	Desviación Normal Estándar ZR
50	0
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
<b>85</b>	<b>-1,037</b>
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,09
99,99	-3,75

Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 105)

**5.1.4 Desviación Estándar (So)**

El valor de la desviación estándar está en un rango de 0.40 – 0.50, valores para pavimentos flexibles, para nuestro diseño se adoptará el valor de 0.45, como se indica a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 61***Valores de Desviación Estándar (So), para Pavimentos Rígidos y Flexibles*

Rango	Tipo de Pavimento
0.30 - 0.40	Pavimentos Rígidos
<b>0.40 - 0.50</b>	<b>Pavimentos Flexibles</b>

Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 107)

### 5.1.5 Índice de Serviciabilidad

La Serviciabilidad de un pavimento esta expresada en términos del índice de Serviciabilidad presente Pavement Servivability Index (PSI). Este PSI es obtenido de las medidas de rugosidad y daños en un momento particular durante la vida de servicio del pavimento. La escala para el PSI va de 0 a 5, con el valor de 5 representando al índice de Serviciabilidad más alto. (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p.23).

**Tabla 62**

*Índice de Serviciabilidad de Diseño*

Índice de Serviciabilidad Inicial (Po)	
4,2	Pavimento flexible
4,5	Pavimento Rígido
Índice de Serviciabilidad Final (Pt)	
2.5 o 3.0	Carreteras Principales
2	Carreteras con clasificación menor
1,5	Carreteras relativamente menores, donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos

Fuente: (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 107)

Para el pavimento flexible se adoptó un índice de Serviciabilidad de inicial de (Po) de 4.2 y un índice de Serviciabilidad final (Pt) de 2, debido a que nuestra vía es una carretera de clasificación menor.

Con la siguiente ecuación, se determina la variación del Índice de Serviciabilidad:

$$\Delta PSI = Po - Pt \quad Ecu 15$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

### 5.1.6 Capacidad de Drenaje (mi)

El drenaje del agua de los pavimentos ha sido siempre una consideración importante en el diseño de carreteras; sin embargo, los métodos corrientes de diseño han resultado a menudo en capas de base que no drenan bien. Este exceso de agua combinada con volúmenes y cargas de tráfico crecientes, han llevado a menudo al destrozo prematuro de la estructura de pavimento (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

El material del que estará constituido la estructura de la vía es de tipo granular el que permite el paso del agua en el menor tiempo posible, no así los suelos arcillosos que no son aptos para drenar en el menor tiempo posible el agua almacenada, por lo tanto, tomando en consideración el material que se va a colocar en el proyecto y la topografía en el sector que es ondulada, se adopta una calidad de drenaje de Bueno, el cual estima el tiempo de remoción del agua en un día, como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 63**

*Tiempo de Remoción del Agua en Función de la Calidad del Drenaje*

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua
Excelente	2 Horas
<b>Bueno</b>	<b>1 día</b>
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	No drena

Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 153)

Para determinar los coeficientes de drenaje necesarios, tanto como para las capas de: base, sub base, mejoramiento, la información meteorológica utilizada, es de la estación Loreto.

**Tabla 64**

*Precipitación Media Mensual - Estación M 0563 Loreto*

Precipitación Máxima Mensual ( Estación Loreto M 0563)												Máxima Anual
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
269,4	291,2	226,8	370,1	378	325,4	198,1	502	198,7	281,1	273,6	187,9	3502,3

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015, p. 143)

El porcentaje de tiempo que la estructura del pavimento, está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación, se lo determina con la siguiente expresión:

$$m2 = \frac{\text{Precipitación de meses de lluvia}}{\text{Precipitación total anual}} * 100 \quad \text{Ecu 16}$$

$$m2 = \frac{502 \text{ mm}}{3502,3 \text{ mm}} * 100$$

$$m2 = 14.3 \%$$

En la siguiente tabla se presenta valores de coeficientes de drenaje  $m_i$  recomendados , los cuales están en función de la calidad del drenaje y del grado de saturación a la que está expuesta la estructura del pavimento.

**Tabla 65**

*Valores de (mi) recomendados para los coeficientes de capa asfáltica modificados de materiales de base, y sub base no tratada en pavimentos Flexibles.*

<b>% Del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación</b>				
<b>Calidad del Drenaje</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1 a 5 %</b>	<b>5 a 25 %</b>	<b>&gt;25 %</b>
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.5	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 154)

A continuación, se presenta los valores de la capacidad de drenaje para cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento:

- Base  $m_1 = 1.083$
- Sub – Base  $m_2 = 1.083$
- Mejoramiento  $m_3 = 0.937$

## 5.2 Diseño de Pavimento flexible (AASHTO 93)

### 5.2.1 Pavimento Flexible

Se conoce como pavimento flexible, a la capa de rodadura de un espesor determinado, que permite transitar, de manera ágil, confiable y segura diferentes tipos de vehículos.

#### 5.2.1.1 Determinación del Número Estructural (Sn) para la estructura del Pavimento Flexible

Para determinar el número estructural de diseño (SN) requerido para condiciones específicas, se debe tomar en cuenta el tránsito futuro estimado para el periodo de diseño, la confiabilidad, la cual asume que todos los datos de entrada son valores promedios, la desviación estándar total, el módulo Resiliente efectivo del material del suelo de fundación y la pérdida de Serviciabilidad (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993).

A continuación, se determina los números estructurales (Sn) de la estructura del pavimento (Sub rasante, mejoramiento, sub base y base).

##### 5.2.1.1.1 SUBRASANTE

Para determinar el número estructural de la sub rasante, en los capítulos 3 y 4 se determinaron los parámetros necesarios para hallar el SN requerido para periodos de 10 y 20 años, que se presentan a continuación:

**Tabla 66**

*Parámetros de la Sub rasante*

Material	Periodo de Diseño (años)	Mr (PSI)	TPDA	ESAL'S	(R%)	(Zr)	(So)	(Po)	(Pt)	(ΔPSI)
Sub	10	10200	814	1 123 868	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2
Rasante	20	10200	1001	2 954 531	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2

Elaborado por: Los autores

A continuación, en las siguientes figuras se presenta los parámetros de la sub rasante ingresados al Software pavim R 2000, el que nos permite determinar el Número Estructural de la Sub rasante o también conocido como el Número Estructural Requerido, para periodos entre 10 y 20 años respectivamente.

**Figura 25**

*Número Estructural requerido de la Sub rasante ( $Sn_{requerido}$ ) para un Periodo de 10 Años*

The screenshot shows the 'Diseño de Pavimento Flexible' window with the 'Ecuación AASHTO 93' tab selected. The interface is divided into several sections:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** PSI Inicial: 4.2, PSI Final: 2.
- Confiability [Zr] y Desviación Estandar [So]:** Zr: -1.282, So: 0.45.
- Seleccionar dato que tiene:** Radio buttons for 'Espesor D' and 'Eje W18'. 'Eje W18' is selected, with a value of 1123868.28.
- Módulo de Reacción de la Subrasante:** K: 10200 pci.
- Resultado:** D: 3.03717 plg.
- Legend:** pci = Libras /pulgadas^3 [lb/plg^3], psi = Libras /pulgadas^2 [lb/plg^2], plg = Pulgadas.
- Buttons:** 'Calcular' (blue), 'Insertar' (green), and 'Limpiar' (black).

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000

**Figura 26**

*Número Estructural requerido de la Sub rasante ( $SN_{requerido}$ ) para un Periodo de 20 Años*

Diseño de Pavimento Flexible  
Ecuación AASHTO 93

Serviciabilidad Inicial y Final  
PSI Inicial: 4.2  
PSI Final: 2

Confiabilidad [Zr] y Desviación Estandar [So]  
Zr: -1.282  
So: 0.45

Seleccionar dato que tiene  
☐ Espesor D ☒ Eje W18  
W18: 2954531.28

Módulo de Reacción de la Subrasante  
K: 10200 pci

Resultado  
D: 3.51021 plg

pci = Libras /pulgadas<sup>3</sup> [lb/plg<sup>3</sup>]  
psi = Libras /pulgadas<sup>2</sup> [lb/plg<sup>2</sup>]  
plg = Pulgadas

Calcular Insertar Limpiar

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000

Utilizando el software computacional pavimR, se tiene los siguientes números estructurales requeridos, para diferentes periodos de diseño comprendidos entre 10 y 20 años.

$$SN_{requerido\ 10\ años} = 3.04\ in$$

$$SN_{requerido\ 20\ años} = 3.51\ in$$

#### 5.2.1.1.2 MEJORAMIENTO

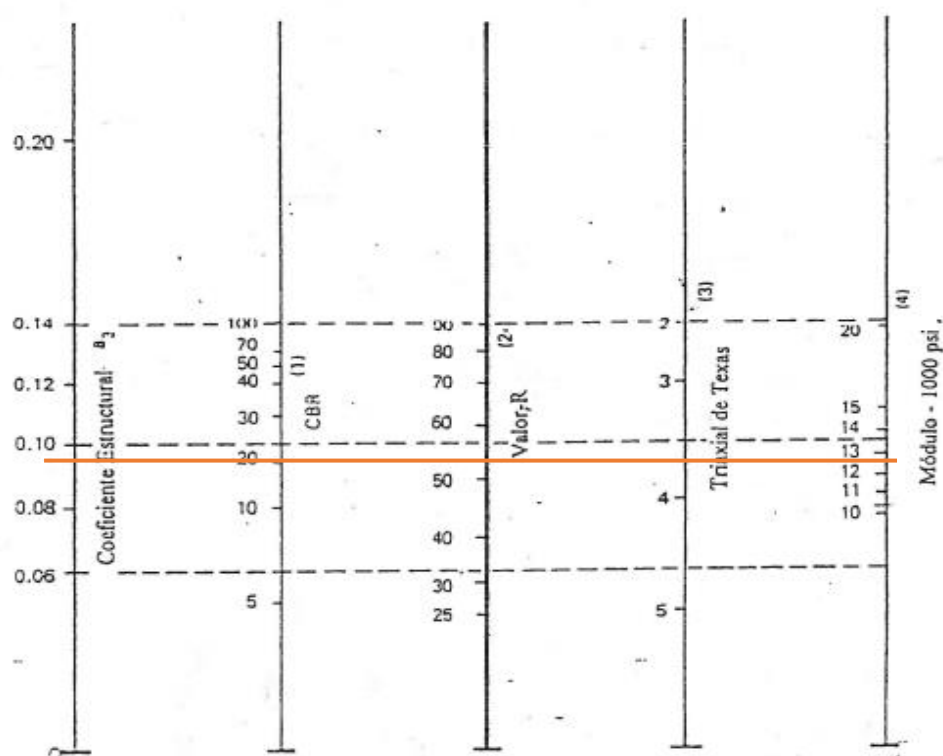
Los suelos empleados en la construcción de los rellenos deben poseer una capacidad pórtate adecuada, y no deben presenta expansividades, mayores al 4 %. Tampoco se permite el empleo de suelos que, en el ensayo de la compactación realizado, de acuerdo a lo prescrito en la Norma AASHTO T – 180, presenten densidades máximas menores a 1400 kg/m<sup>3</sup> (MOP, 2002, p.705).

Utilizando los ábacos de la norma AASHTO 93, se puede determinar el valor del módulo Resiliente y el coeficiente estructural del mejoramiento, que está en función del CBR mínimo del material granular del 20 %.



**Figura 27**

*Abaco en donde se determina los Parámetros de Resistencia del Material Mejoramiento*



- (1) Escala derivada de las correlaciones obtenidas de Illinois
- (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, Nuevo México y Wyoming
- (3) Escala derivada de las correlaciones obtenidas de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (J)

Fuente: (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 149)

Con un CBR del 20% , trazando en el grafico una línea horizontal se tiene valores de coeficiente estructural de ( $a_4$ ) de 0.095 y un módulo Resiliente de 12733 PSI.

En la siguiente tabla se presenta los parámetros del material (Mejoramiento) que permiten determinar el número estructural mencionado.

**Tabla 67**

*Resumen de los parámetros de la Capa de Mejoramiento, para determinar el número estructural de diseño.*

Material	Periodo de Diseño (años)	Mr (PSI)	TPDA	Esal's	(R%)	(Zr)	(So)	(Po)	(Pt)	(ΔPSI)
Mejoramiento	10	12733	814	1123868	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2
	20	12733	1001	2954531	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2

Elaborado por: Los autores

A continuación, en las siguientes figuras se presenta el (Sn) del Mejoramiento

**Figura 28**

*Número Estructural del Mejoramiento ( $S_n$ ) para un Periodo de 10 Años*

**Diseño de Pavimento Flexible**  
Ecuación AASHTO 93

**Serviciabilidad Inicial y Final**  
PSI Inicial: 4.2  
PSI Final: 2

**Confiableabilidad [Zr] y Desviación Estandar [So]**  
Zr: -1.282  
So: 0.45

**Seleccionar dato que tiene**  
☐ Espesor D ☒ Eje W18  
W18: 1123868.28

**Módulo de Reacción de la Subrasante**  
K: 12733 pci

**Resultado**  
D: 2.80778 plg

pci = Libras /pulgadas<sup>3</sup> [lb/plg<sup>3</sup>]  
psi = Libras /pulgadas<sup>2</sup> [lb/plg<sup>2</sup>]  
plg = Pulgadas

Calcular Insertar Limpiar

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000

**Figura 29**

*Número Estructural del Mejoramiento ( $Sn_i$ ) para un Periodo de 20 Años*

Diseño de Pavimento Flexible  
Ecuación AASHTO 93

Serviciabilidad Inicial y Final  
PSI Inicial: 4.2  
PSI Final: 2

Confiableidad [Zr] y Desviación Estandar [So]  
Zr: -1.282  
So: 0.45

Seleccionar dato que tiene  
☐ Espesor D ☒ Eje W18  
W18: 2954531.28

Módulo de Reacción de la Subrasante  
K: 12733 pci

Resultado  
D: 3.25138 plg

pci = Libras /pulgadas<sup>3</sup> [lb/plg<sup>3</sup>]  
psi = Libras /pulgadas<sup>2</sup> [lb/plg<sup>2</sup>]  
plg = Pulgadas

Calcular Insertar Limpiar

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000

Utilizando el software computacional pavimR, se tiene los siguientes números estructurales de la capa de mejoramiento, para diferentes periodos de diseño comprendidos entre 10 y 20 años.

$$SN4 \text{ mejoramiento }_{10 \text{ años}} = 2.80 \text{ in}$$

$$SN4 \text{ mejoramiento }_{20 \text{ años}} = 3.25 \text{ in}$$

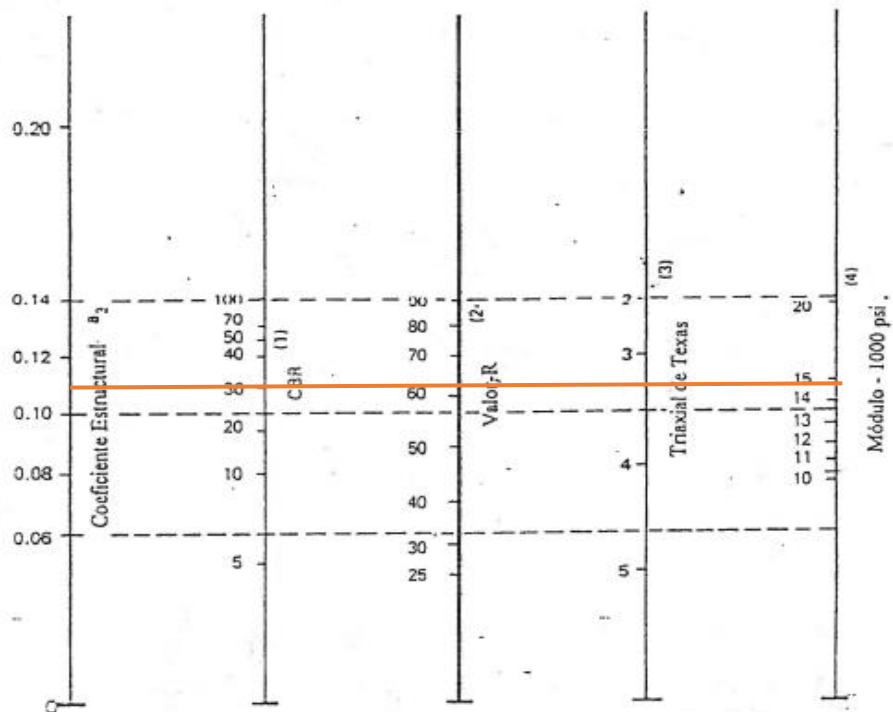
#### 5.2.1.1.3 SUB – BASE

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menos que 6 y un límite líquido de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30% (MOP, 2002)

Con un CBR del 30 % , trazando en el grafico una línea horizontal se tiene valores de coeficiente estructural de ( $a_3$ ) de la sub base y su módulo Resiliente.

**Figura 30**

*Abaco correspondiente a los parámetros de resistencia de la sub - base*



- (1) Escala derivada de las correlaciones obtenidas de Illinois  
 (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, Nuevo México y Wyoming  
 (3) Escala derivada de las correlaciones obtenidas de Texas  
 (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (J)

Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 149)

Con un CBR del 30% , trazando en el grafico una línea horizontal se tiene valores de coeficiente estructural de ( $a_3$ ) de 0.11 y un módulo resiliente de 14 600 PSI

**Tabla 68**

*Resumen de los parámetros de la Sub – base para determinar el número estructural de diseño.*

Material	Periodo de Diseño (años)	Mr (PSI)	TPDA	Esal's	(R%)	(Zr)	(So)	(Po)	(Pt)	(ΔPSI)
Sub-Base	10	14600	814	1123868	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2
	20	14600	1001	2954531	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2

Elaborado por: Los autores

A continuación, en las siguientes figuras se presenta se presenta el Sn de la Sub – Base

**Figura 31**

*Número estructural de la sub base para pavimento flexible para un periodo de 10 años*

The screenshot shows a software window titled "Diseño de Pavimento Flexible" with the subtitle "Ecuación AASHTO 93". The interface is divided into several sections:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** Contains input fields for "PSI Inicial:" (value: 4.2) and "PSI Final:" (value: 2).
- Confiableabilidad [Zr] y Desviación Estandar [So]:** Contains input fields for "Zr:" (value: -1.282) and "So:" (value: 0.45). There is a green "+" button next to the Zr field.
- Seleccionar dato que tiene:** Includes two radio buttons: "Espesor D" (unselected) and "Eje W18" (selected).
- W18:** An input field with the value "1123868.28".
- Módulo de Reacción de la Subrasante:** An input field for "K:" with the value "14600" and the unit "pci".
- Resultado:** An output field for "D:" with the value "2.67369" and the unit "plg".
- Legend:**
  - pci = Libras /pulgadas^3 [lb/plg^3]
  - psi = Libras /pulgadas^2 [lb/plg^2]
  - plg = Pulgadas
- Buttons:** At the bottom, there are three buttons: "Calcular" (with a calculator icon), "Insertar" (with a green "+" icon), and "Limpiar" (with a trash can icon).

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000

**Figura 32**

*Número estructural de la sub base para pavimento flexible para un periodo de 20 años*

The screenshot shows the 'Diseño de Pavimento Flexible' window in the PavimR 2000 software. The title bar indicates 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** Contains input fields for 'PSI Inicial' (4.2) and 'PSI Final' (2).
- Confiability [Zr] y Desviación Estandar [So]:** Contains input fields for 'Zr' (-1.282) and 'So' (0.45), with a green '+' button next to the Zr field.
- Seleccionar dato que tiene:** Features two radio buttons: 'Espesor D' (unselected) and 'Eje W18' (selected).
- W18:** An input field containing the value 2954531.28.
- Módulo de Reacción de la Subrasante:** Contains an input field for 'K' (14600) and the unit 'pci'.
- Resultado:** An input field for 'D' (3.09966) and the unit 'plg'.
- Legend:** Defines the units: 'pci = Libras /pulgadas^3 [lb/plg^3]', 'psi = Libras /pulgadas^2 [lb/plg^2]', and 'plg = Pulgadas'.
- Buttons:** At the bottom, there are three buttons: 'Calcular' (with a calculator icon), 'Insertar' (with a green plus icon), and 'Limpiar' (with a trash can icon).

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000

Utilizando el software computacional pavimR, se tiene los siguientes números estructurales de la capa de Sub Base, para diferentes periodos de diseño comprendidos entre 10 y 20 años.

$$SN \text{ Sub base }_{10 \text{ años}} = 2.67 \text{ in}$$

$$SN \text{ Sub base }_{20 \text{ años}} = 3.10 \text{ in}$$

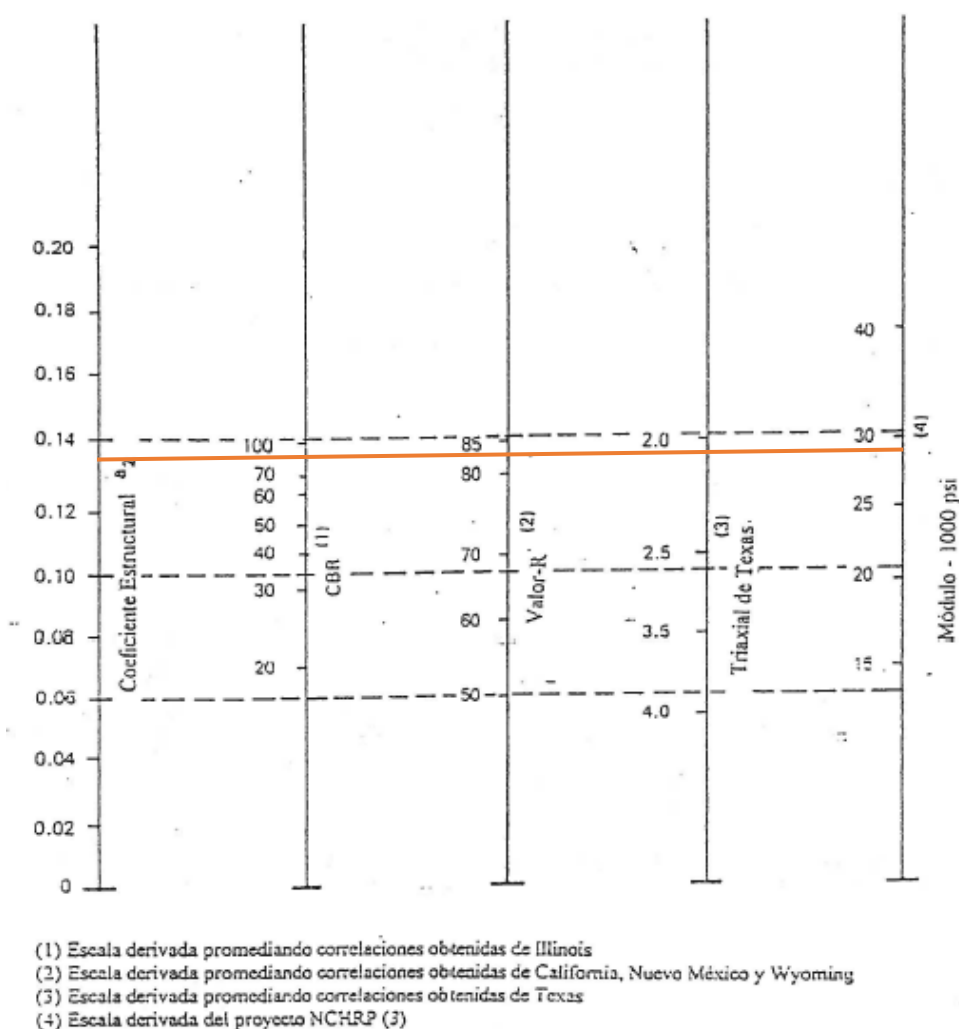
#### 5.2.1.1.4 BASE

El límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menos del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80 % (MOP, 2002)

Con un CBR del 80 % , trazando en el grafico una línea horizontal se tiene valores de coeficiente estructural de ( $a_2$ ) de la Base y su módulo Resiliente.

**Figura 33**

*Abaco correspondiente a los parámetros de resistencia de la Base*



Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 24)

Con un CBR del 80% , trazando en el grafico una línea horizontal se tiene valores de coeficiente estructural de ( $a_2$ ) de 0.135 y un módulo Resiliente de 28500 PSI

**Tabla 69**

*Resumen de los parámetros de la Base para determinar el número estructural de diseño.*

Material	Periodo de Diseño (años)	Mr (PSI)	TPDA	Esal's	(R%)	(Zr)	(So)	(Po)	(Pt)	(ΔPSI)
Base	10	28500	814	1123868	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2
	20	28500	1001	2954531	90	-1,282	0,45	4,2	2	2,2

Elaborado por: Los autores

A continuación, en las siguientes figuras se presenta el Sn de la Base

**Figura 34**

*Número estructural de la Base para pavimento flexible para un periodo de 10 años*

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000



**Figura 35**

*Número estructural de la Base para pavimento flexible para un periodo de 20 años*

The screenshot shows the 'Diseño de Pavimento Flexible' window in the PavimR 2000 software. The title bar indicates 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** Contains input fields for 'PSI Inicial' (4.2) and 'PSI Final' (2).
- Confiability [Zr] y Desviación Estandar [So]:** Contains input fields for 'Zr' (-1.282) and 'So' (0.45). A green '+' button is next to the Zr field.
- Seleccionar dato que tiene:** Features two radio buttons: 'Espesor D' (unselected) and 'Eje W18' (selected).
- Módulo de Reacción de la Subrasante:** Contains an input field for 'K' (28500) followed by the unit 'pci'.
- Resultado:** Displays the calculated value 'D: 2.44041' followed by the unit 'plg'.
- Legend:** Provides definitions for the units: 'pci = Libras /pulgadas^3 [lb/plg^3]', 'psi = Libras /pulgadas^2 [lb/plg^2]', and 'plg = Pulgadas'.
- Buttons:** At the bottom, there are three buttons: 'Calcular' (with a calculator icon), 'Insertar' (with a green plus icon), and 'Limpiar' (with a trash can icon).

Elaborado por: Los autores a través Software PavimR 2000

Utilizando el software computacional pavimR, se tiene los siguientes números estructurales de la capa de Base, para diferentes periodos de diseño comprendidos entre 10 y 20 años.

$$SN \text{ Base }_{10 \text{ años}} = 2.09 \text{ in}$$

$$SN \text{ Base }_{20 \text{ años}} = 2.44 \text{ in}$$

#### **5.2.1.1.5 CAPA DE RODADURA**

El material bituminoso está constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810 – 3 de estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810 – 4 (MOP, 2002, p.280).

**Tabla 70**

*Criterios de control de calidad de mezclas asfálticas.*

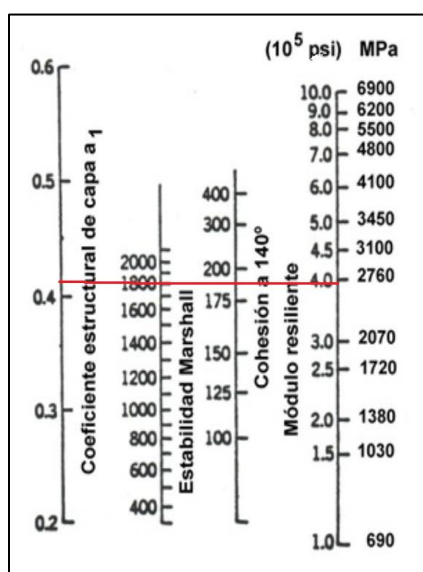
TIPO DE TRÁFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
CRITERIOS MARSHALL	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Nº de Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	-	1800	-	1200	-	1000	2400
Flujo (pulgada/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
Capa de Rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9

Fuente: (MOP, 2002, p. 309)

Tomando en consideración que el diseño de pavimentos se realiza en función del tráfico pesado, se determina el valor de estabilidad Marshall mínima de 1800 lb, con este valor se determinara el valor del coeficiente estructural y el módulo Resiliente de la capa de rodadura.

**Figura 36**

*Abaco Correspondiente para la Carpeta Asfáltica*



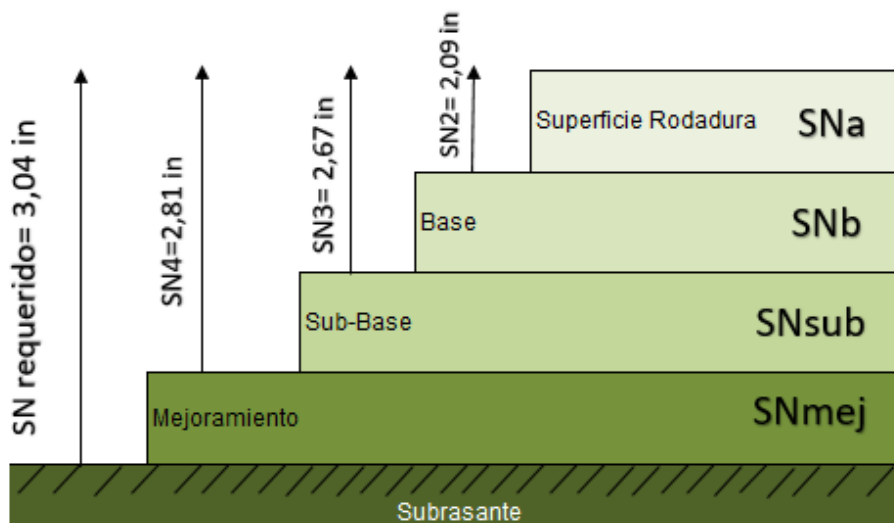
Fuente: (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

En función del valor de estabilidad Marshall se tiene un coeficiente estructural de 0.408 y un módulo Resiliente de 397 000 PSI.

A continuación, en las siguientes figuras se indica el número estructural requerido por la subrasante y de las capas de la estructura vial para periodos de 10 y 20 años respectivamente.

**Figura 37**

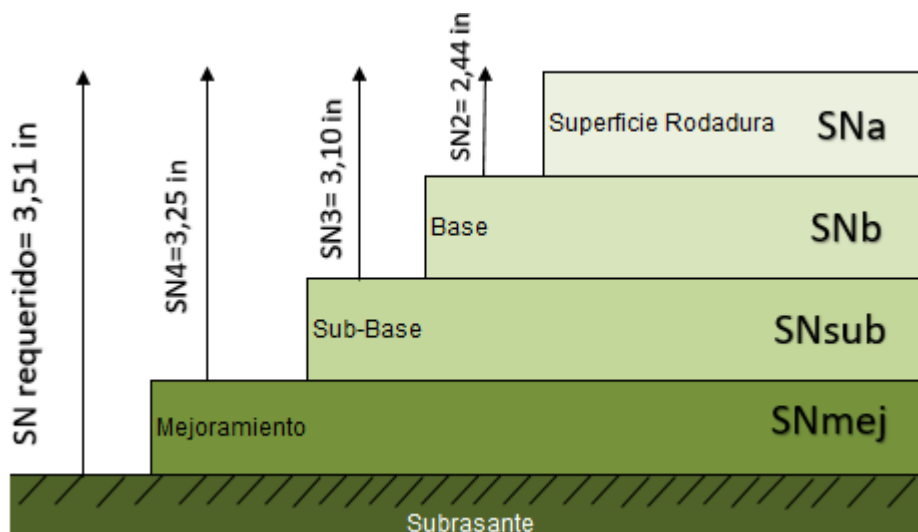
*Números estructurales, de las capas para un periodo de 10 Años*



Elaborado por: Los autores

**Figura 38**

*Números estructurales, de las capas para un periodo de 20 Años*



Elaborado por: Los autores

### 5.2.2 Determinación de los Espesores de la Estructura Vial

La norma AASHTO, en su normativa, propone la siguiente ecuación, que permite determinar los espesores de la estructura vial y el Sn de aporte de la estructura vial.

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 + a_4 * D_4 * m_4 \quad Ecu 17$$

$$D_i = \frac{SN_i}{a_i * m_i} \quad Ecu 18$$

**Tabla 71**

*Descripción de la Ecuación AASHTO*

Simbología y Significado de la Ecuación AASHTO	
Espesor de la capa de rodadura, base, sub-base y mejoramiento	d1 - d2 - d3 - d4
Coefficientes de drenaje para Base, Sub-Base y mejoramiento	m2 - m3 - m4
Número estructural de la capa de rodadura, base, sub-base y mejoramiento	$SN_i$
Coefficientes de Drenaje para Base, sub-base y mejoramiento	$m_i$
Coefficiente de capa representativos de la capa de rodadura, base, sub-base y mejoramiento.	$a_i$

Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

Los Sn parciales que se requieren para determinar los espesores con la ecuación que propone la normativa AASHTO, se los determina de la siguiente manera:

$$Sna \text{ parcial} = SN \ 2 \quad Ecu 19$$

$$Sn \text{ parcial de la Base} = SN \ 3 - SN \ 2 \quad Ecu 20$$

$$Sn \text{ parcial de la Sub base} = SN \ 4 - SN \ 3 \quad Ecu 21$$

$$Sn \text{ parcial del Mejoramiento} = SNT - SN \ 4 \quad Ecu 22$$

### 5.2.2.1 Espesores Parciales de la Estructura vial para 10 años

**Tabla 72**

*Espesores en (in) para un periodo de 10 Años*

CÁLCULO DE ESPESORES					
TIPO	SN	SN parcial	Coefficiente Estructural (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	Espesor calculado (in)
Carpeta Asfáltica	----	2,091	0,410	1	<b>5,101</b>
Base	2,091	0,583	0,135	1,083	<b>3,984</b>
Sub-Base	2,674	0,134	0,110	1,083	<b>1,126</b>
Mejoramiento	2,808	0,229	0,095	0,937	<b>2,577</b>

Elaborado por: Los autores

### 5.2.2.2 Espesores Parciales de la Estructura vial para 20 años

**Tabla 73**

*Espesores en (in) para un periodo de 20 Años*

CÁLCULO DE ESPESORES					
TIPO	SN	SN parcial	Coefficiente Estructural (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	Espesor calculado
Carpeta Asfáltica	----	2,440	0,410	1	<b>5,952</b>
Base	2,440	0,659	0,135	1,083	<b>4,509</b>
Sub-Base	3,100	0,152	0,110	1,083	<b>1,273</b>
Mejoramiento	3,251	0,259	0,095	0,937	<b>2,908</b>

Elaborado por: Los autores

### 5.2.2.3 Espesores mínimos por Norma

De acuerdo a la Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimentos, los espesores mínimos que recomiendan tanto para la capa de rodadura y la base granular está en función de los Esal's, los cuales se presentan a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 74**

*Espesores Mínimos en pulgadas (in) Recomendados por la AASHTO en función de los números Esal's*

<b>Tráfico Esal's</b>	<b>Concreto Asfáltico</b>	<b>Base Granular</b>
menos de 50 000	1 o Tratamiento Asfáltico	4
50 001 - 150 000	2	4
150 001 - 500 000	2.5	4
500 001 - 2 000 000	3	6
2 000 001 - 7 000 000	3.5	6
Mayor de 7 000 001	4	6

Fuente: (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p. 170)

Tomando en consideración los números Esal's proyectados para 10 años se presenta a continuación los espesores de la estructura vial mínimos que por norma se deberían usar para su diseño en pulgadas (in).

#### 5.2.2.3.1 *Espesores mínimos por norma para 10 años*

**Tabla 75**

*Espesores mínimos recomendados por Norma, en Función del número de Esal's para un periodo de 10 años*

<b>CÁLCULO DE ESPESORES MÍNIMOS POR NORMA</b>						
<b>TIPO</b>	<b>SN</b>	<b>SN parcial</b>	<b>Coefficiente Estructural (ai)</b>	<b>Coefficiente de drenaje (mi)</b>	<b>Espesor calculado (in)</b>	<b>Espesor Norma (in)</b>
Carpeta Asfáltica	----	2,091	0,410	1	5,101	<b>3</b>
Base	2,091	0,583	0,135	1,083	3,984	<b>6</b>
Sub-Base	2,674	0,134	0,110	1,083	1,126	<b>6</b>
Mejoramiento	2,808	0,229	0,095	0,937	2,577	<b>9</b>

Elaborado por: Los autores

Tomando en consideración los números Esal's proyectados para 20 años se presenta a continuación los espesores de la estructura vial mínimos que por norma se deberían usar para su diseño en pulgadas (in).

### 5.2.2.3.2 Espesores mínimos por norma para 20 años

**Tabla 76**

*Espesores Mínimos recomendados por Norma, en Función del número de Esal's para un periodo de 20 años*

CÁLCULO DE ESPESORES MÍNIMOS POR NORMA						
TIPO	SN	SN parcial	Coefficiente Estructural (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	Espesor calculado (in)	Espesor mínimo (in)
Carpeta Asfáltica	----	2,440	0,410	1	5,952	<b>3,5</b>
Base	2,440	0,659	0,135	1,083	4,509	<b>6</b>
Sub-Base	3,100	0,152	0,110	1,083	1,273	<b>6</b>
Mejoramiento	3,251	0,259	0,095	0,937	2,908	<b>9</b>

Elaborado por: Los autores

### 5.2.2.4 Espesores finales de Diseño

En las siguientes tablas se presenta los espesores finales de diseño para 10 y 20 años respectivamente.

**Tabla 77**

*Espesores de Diseño Definitivos, para un Periodo de 10 años*

CÁLCULO DE ESPESORES DEFINITIVOS								
TIPO	Sn	Sn Parcial	Coefficiente Estructural (ai)	Coefficiente de Drenaje (mi)	Espesor Calculado (in)	Espesor Norma (in)	Espesor Diseño (in)	Espesor Diseño (cm)
Carpeta Asfáltica	----	2,091	0,410	1	5,101	3	<b>3</b>	<b>8</b>
Base	2,091	0,583	0,135	1,083	3,984	6	<b>6</b>	<b>15</b>
Sub-Base	2,674	0,134	0,110	1,083	1,126	6	<b>6</b>	<b>15</b>
Mejoramiento	2,808	0,229	0,095	0,937	2,577	9	<b>9</b>	<b>23</b>

Elaborado por: Los autores

El número estructural de aporte (SN aporte) de la estructura vial determinado con la ecuación 17 para un periodo de 10 años es de 3.71.

Para determinar si el diseño de la estructura vial es la correcta se debe cumplir la siguiente condición, donde el número estructural de aporte de la estructura vial, debe ser mayor al número estructural requerido por la Subrasante.

$$SN_{Aporte} > SN_{Requerido}$$

$$3,62 > 3,04$$

**Tabla 78**

*Espesores de Diseño Definitivos, para un Periodo de 20 Años*

CÁLCULO DE ESPESORES DEFINITIVOS								
TIPO	Sn	Sn Parcial	Coefficiente Estructural (ai)	Coefficiente de Drenaje (mi)	Espesor Calculado (in)	Espesor Norma (in)	Espesor Diseño (in)	Espesor Diseño (cm)
Carpeta Asfáltica	----	2,440	0,410	1	5,952	3,5	<b>3,5</b>	<b>9</b>
Base	2,440	0,659	0,135	1,083	4,509	6	<b>6</b>	<b>15</b>
Sub-Base	3,100	0,152	0,110	1,083	1,273	6	<b>6</b>	<b>15</b>
Mejoramiento	3,251	0,259	0,095	0,937	2,908	9	<b>10</b>	<b>25</b>

Elaborado por: Los autores

El número estructural de aporte (SN aporte) de la estructura vial determinado con la ecuación 17 para un periodo de 20 años es de 3.92.

Para determinar si el diseño de la estructura vial es la correcta se debe cumplir la siguiente condición, donde el número estructural de aporte de la estructura vial, debe ser mayor al número estructural requerido por la Subrasante.

$$SN_{Aporte} > SN_{Requerido}$$

$$3,92 > 3,51$$

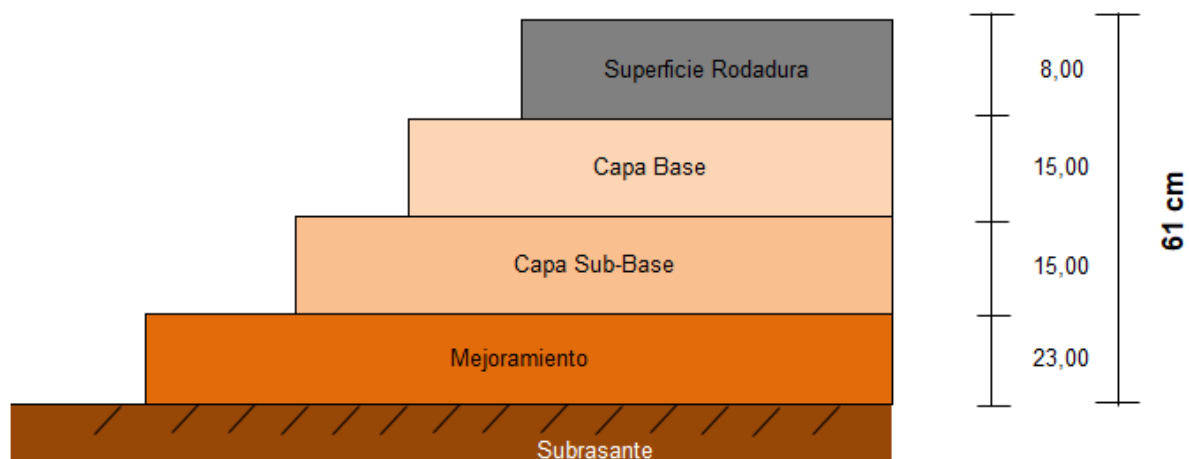
Los espesores de diseño definitivos con los que se realizará la construcción de la vía en el cantón Loreto será de una carpeta asfáltica de 9 cm, Base de 15 cm, Sub Base de 15 cm y una capa de mejoramiento de 25 cm, como resultado se tiene una estructura vial de 64 cm que garantiza un adecuado comportamiento ante las cargas vehiculares futuras en dicha vía, además cumple la condición que el número estructural de aporte de 3.92 es mayor que el número estructural requerido de 3,51, esta opción garantiza una vida útil del proyecto durante su periodo de diseño.



A continuación, en las siguientes figuras, se indica los espesores de diseño finales, de las capas de la estructura vial, para periodos de 10 y 20 años respectivamente.

**Figura 39**

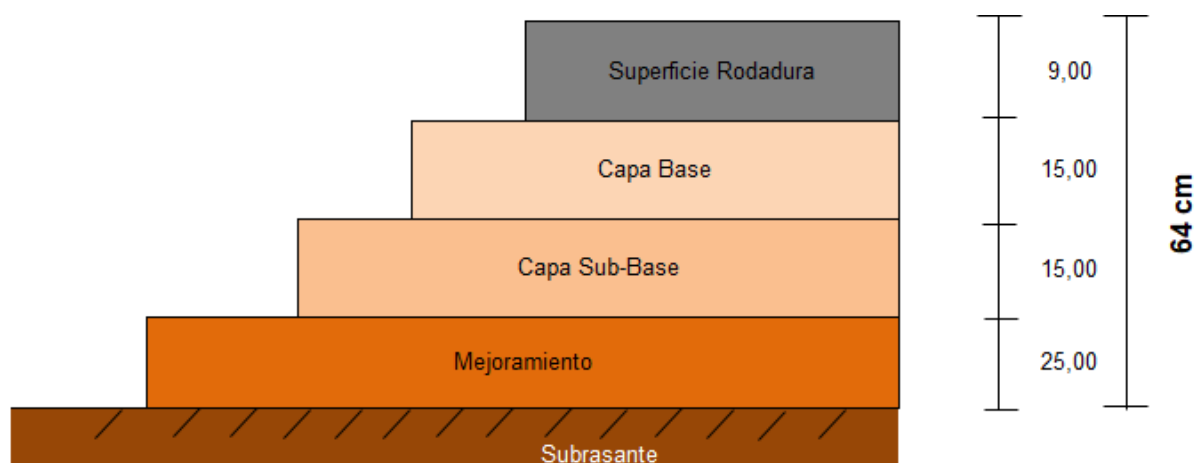
*Espesores de diseño finales para un periodo de 10 años*



Elaborado por: Los autores

**Figura 40**

*Espesores de diseño finales para un periodo de 20 años*



Elaborado por: Los autores

### 5.2.3 Especificaciones y Cantidades de Obra

**Tabla 79**

*Cantidades de Obra, Tramo I*

LONGITUD DEL PROYECTO (m)	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	VOLUMEN DE CORTE (m³)	VOLUMEN DE RELLENO (m³)
3782,14	0+000.00	3+782,14	19719,74	18760,4
ESPESOR DE ASFALTO (cm)	ESPESOR DE BASE (cm)	ESPESOR DE SUB-BASE (cm)	ESPESOR DEL MEJORAMIENTO (cm)	ESPESOR DE CUNETAS (cm)
9	15	15	25	10
VOLUMEN DEL ASFALTO (m³)	VOLUMEN DE BASE (m³)	VOLUMEN DE SUB-BASE (m³)	VOLUMEN MEJORAMIENTO (m³)	VOLUMEN DE CUNETAS (m³)
2913,34	4855,56	4855,56	8092,06	736,94

Elaborado por: Los autores

**Tabla 80**

*Cantidades de Obra, Tramo II*

LONGITUD DEL PROYECTO (m)	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	VOLUMEN DE CORTE (m³)	VOLUMEN DE RELLENO (m³)
2232,72	1+747.74	2+232.72	12228,86	12460,46
ESPESOR DE ASFALTO (cm)	ESPESOR DE BASE (cm)	ESPESOR DE SUB-BASE (cm)	ESPESOR DEL MEJORAMIENTO (cm)	ESPESOR DE CUNETAS (cm)
9	15	15	25	10
VOLUMEN DEL ASFALTO (m³)	VOLUMEN DE BASE (m³)	VOLUMEN DE SUB-BASE (m³)	VOLUMEN MEJORAMIENTO (m³)	VOLUMEN DE CUNETAS (m³)
1736,66	2894,44	2894,44	4824,06	431,26

Elaborado por: Los autores

A continuación, en la siguiente tabla, se indica los volúmenes de Obra totales tanto como del tramo I y del tramo II.

**Tabla 81**

*Cantidades finales de la Obra de Proyecto*

<b>LONGITUD DEL PROYECTO (m)</b>	<b>ABSCISA INICIAL</b>	<b>ABSCISA FINAL</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE (m³)</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO (m³)</b>
6014,86	0+000.00	6+014.86	31948,6	31220,86
<b>ESPESOR DE ASFALTO (cm)</b>	<b>ESPESOR DE BASE (cm)</b>	<b>ESPESOR DE SUB-BASE (cm)</b>	<b>ESPESOR DEL MEJORAMIENTO (cm)</b>	<b>ESPESOR DE CUNETAS (cm)</b>
9	15	15	25	10
<b>VOLUMEN DEL ASFALTO (m³)</b>	<b>VOLUMEN DE BASE (m³)</b>	<b>VOLUMEN DE SUB-BASE (m³)</b>	<b>VOLUMEN MEJORAMIENTO (m³)</b>	<b>VOLUMEN DE CUNETAS (m³)</b>
4650	7750	7750	12916,12	1168,2

Elaborado por: Los autores

## **CAPÍTULO VI**

### **6 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA**

#### **6.1 Generalidades**

Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad (James, 2013, p.33).

En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el fin de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente (James, 2013, p.33)

(VER ANEXO N° 2 Faja Topográfica)

#### **6.2 Descripción actual de la Vía**

El proyecto, presenta una vía de dos carriles, uno por cada sentido, inicia en la abscisa 0+000 en el Barrio el Triunfo, el primer tramo, conduce hasta la comunidad 22 de marzo y el segundo tramo de la vía inicia en la abscisa 1+750 que conduce hasta la comunidad 25 de abril, la vía se encuentra lastrada con un ancho en promedio del tramo I de 5.5 m y el tramo II de 5.8 m, el estado de la capa de rodadura se encuentra deteriorado, debido a que en la zona existe altas precipitaciones, y esto origina un desgaste del material fino, debido a que no existe un sistema de drenaje que permita evacuar la precipitación en el menor tiempo posible, esto origina que en la vía presente baches y cantos rodados, que origina que el transitar de los usuarios no sea placido y los vehículos presenten daños periódicamente por el mal estado de la vía.

### **6.3 Criterios de Diseño de la Vía**

Los criterios de diseño que se toman en consideración para realizar el diseño son los siguientes:

- Velocidad de diseño
- Velocidad de Circulación
- Peralte
- Radio mínimo de Curvatura
- Distancia de Visibilidad
- Distancia de Rebasamiento

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

#### ***6.3.1 Velocidad de Diseño***

“La velocidad de diseño se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en un tramo determinado de una vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas de la vía predominan” (James, 2013, p.174).

La selección de la velocidad de diseño depende de la importancia o categoría de la futura carretera, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se quiere ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad a lo largo de la carretera, de las facilidades de acceso (control de accesos), de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento (James, 2013, p.175).

En el proceso de asignación de la velocidad de diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido (James, 2013, p.175).

A continuación, se presentan rangos de velocidades de diseño, que se deben utilizar, en función de la categoría del terreno y el tipo de terreno según James Cardenas 2013.

**Tabla 82**

*Velocidades de Diseño en Función de la Categoría de la vía y Tipo de Terreno*

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V <sub>tr</sub> (Km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							x	x	x	x
	Ondulado							x	x	x	x
	Montañoso						x	x	x	x	
	Escarpado						x	x	x		
Primaria de una calzada	Plano							x	x	x	
	Ondulado						x	x	x	x	
	Montañoso					x	x	x	x		
	Escarpado					x	x	x			
Secundaria	Plano					x	x	x			
	Ondulado				x	x	x	x			
	Montañoso			x	x	x	x				
	Escarpado			x	x	x					
Terciaria	Plano			x							
	Ondulado		x	x							
	Montañoso	x	x	x							
	Escarpado	x	x								

Fuente: James Cardenas, 2013, p.176.

De acuerdo a la norma de diseño geométrico de carreteras 2003 en la página 31, propone diferentes tipos de velocidades de diseño en función de la categoría de la vía y del TPDA, que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 83**

*Velocidades de Diseño en Función de la Categoría de la vía y del TPDA*

		VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h											
		BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
		Relieve Llano		Relieve Ondulado				Relieve Montañoso					
CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERA	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes	
		Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta
R-I o R-II (Tipo)	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III Todos	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV Tipo 5, 5E, 6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V 4 y 4E	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 31)

La velocidad de diseño que se adopta para el proyecto considera el TPDA y la categoría de la vía, de tal manera que la velocidad de diseño es de 60 km/h.

### **6.3.2 Velocidad de circulación**

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.30).

La velocidad de circulación de los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.30).

La norma de diseño geométrico de carreteras 2003, establece las diferentes velocidades de circulación en función de la velocidad de diseño que se detallan a continuación:



**Tabla 84***Velocidad de Circulación*

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN Km/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRÁNSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
35	33	31	30
40	37	35	34
50	46	44	42
<b>60</b>	<b>55</b>	<b>51</b>	<b>48</b>
70	63	59	53
80	71	66	57
90	78	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2003, p.32.

**6.3.3 Coeficiente de Fricción Lateral**

“El coeficiente de fricción transversal máximo (ft max), está determinado por numerosos factores, entre los cuales se encuentran el estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y el tipo y condiciones de las llantas de los vehículos” (James, 2013, p.196).

El valor del coeficiente de fricción (f) correspondiente al peralte máximo de una curva se determina con la siguiente expresión:

$$f = 0.19 - 0.000626V \quad Ecu 23$$

Donde:

- f: Coeficiente de Fricción Lateral
- V: Velocidad de Diseño (Km/h)

$$f = 0.19 - 0.000626V$$

$$f = 0.19 - 0.000626 * 60$$

$$f = 0.152$$

#### **6.3.4 Peralte**

Existen dos fuerzas que se oponen al deslizamiento lateral de un vehículo, la componente ( $W_p$ ) del peso y la fuerza de fricción transversal desarrollada entre las llantas y el pavimento. Igualmente, para ayudar a evitar este deslizamiento, se acostumbra en las curvas darle cierta inclinación transversal a la calzada. Esta inclinación denominada peralte, se simboliza con la letra ( $e$ ) (James, 2013, p.192).

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.56).

Tomando como guía la norma de diseño geométrico de carreteras 2003, en el que menciona, que, para una vía de dos carriles con capas de rodadura asfáltica, concreto o empedrada y para velocidades mayores de 50 km/h, el peralte de diseño que se adopta es del 10%.

#### **6.3.5 Radio Mínimo de Curvatura**

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte ( $e$ ) adoptado y el coeficiente ( $f$ ) de fricción lateral correspondiente. El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.36).

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad se determina de la siguiente manera:

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad Ecu\ 24$$

Donde:

- R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.
- V = Velocidad de diseño, Km/h.
- f = Coeficiente de fricción lateral.
- e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

Para determinar el radio mínimo de curvatura, se utiliza la ecuación 24 y se tiene el siguiente resultado.

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)}$$

$$R = \frac{60^2}{127(0.152 + 0.1)}$$

$$R = 112\ m$$

La norma de diseño geométrico de carreteras 2003, propone valores de radios mínimos para una curva horizontal, que se presenta a continuación:

**Tabla 85**

*Valores de Radios Mínimos para una Curva Horizontal*

VELOCIDAD (Km/h )	f	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		10%	8	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	-	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	-	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	-	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	-	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	-	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	-	56	60	65	-	58	60	66
50	0,190	-	73	79	86	-	75	80	90
<b>60</b>	0,165	<b>107</b>	116	126	138	<b>110</b>	120	130	140
70	0,150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0,120	515	567	630	709	520	570	630	710

**NOTA:**

Se podrá utilizar un radio mínimo de 15m, siempre y cuando se trate de:

- Aprovechar infraestructuras existentes
- Relieve difícil (escarpado)
- Caminos de bajo costo

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2003, p.37.

El radio calculado con la ecuación 24 es de 112 m, y el radio mínimo, por norma (Diseño Geométrico de Carreteras 2003), es de 110 m, por lo tanto, para el diseño se adopta el radio mínimo de 110 m.

### **6.3.6 Distancia de Visibilidad**

“La distancia de visibilidad se define como la longitud continua de carretera que es visible hacia delante por el conductor de un vehículo que circula por ella” (James, 2013, p.358).

### 6.3.6.1 Distancia de Visibilidad de Frenado o Parada

La distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.180).

La distancia de parada ( $D_p$ ) para detener el vehículo, será la suma de dos distancias: la distancia recorrida durante el tiempo de reacción ( $d_r$ ) y la distancia recorrida durante el frenado ( $d_f$ )

$$D_p = d_r + d_f \quad \text{Ecu 25}$$

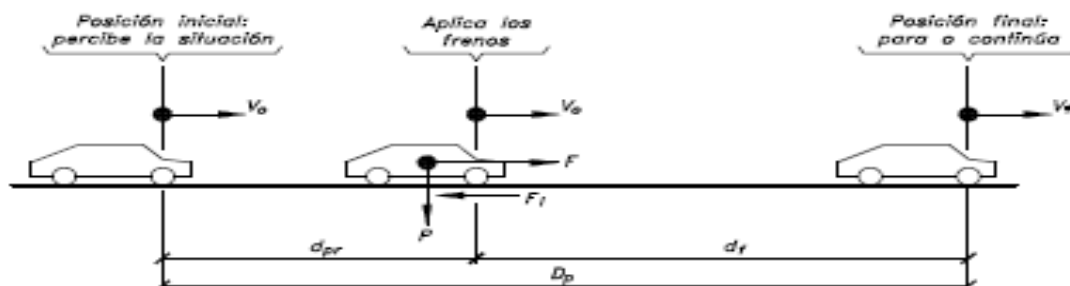
Donde:

- $d_r$ : Distancia Recorrida durante el tiempo de reacción
- $d_f$ : Distancia Recorrida durante el Frenado

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

**Figura 41**

*Distancia de Visibilidad de Parada*



Fuente: James Cardenas, 2013, p.359.

**Tabla 86***Distancia de Visibilidad para Parada de un vehículo*

VELOCIDAD DE DISEÑO (Vd) (Km/h)	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN ASUMIDA (Vc) (Km/h)	PERCEPCIÓN + REACCIÓN PARA FRENAJE		COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL "I"	DISTANCIA A DE FRENAJE "D2"	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA (d=d1+d2)	
		TIEMPO (s)	DISTANCIA RECORRIDA "d" (m)			CALCULADA (m)	REDONDEADA (m)
20	20	2,5	13,89	0,47	3,36	17,25	20
25	24	2,5	16,67	0,44	5,12	21,78	25
30	28	2,5	19,44	0,42	7,29	26,74	30
35	33	2,5	22,92	0,40	10,64	33,56	35
40	37	2,5	25,69	0,39	13,85	39,54	40
45	42	2,5	29,17	0,37	18,53	47,70	50
50	46	2,5	31,94	0,36	22,85	54,79	55
<b>60</b>	55	2,5	38,19	0,35	34,46	72,65	<b>70</b>
70	63	2,5	43,75	0,33	47,09	90,84	90

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.186.

Se adopta para el proyecto una distancia de frenado o parada de 70 m.

### **6.3.7 Distancia de Rebasamiento**

“La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad”

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.192).

En la siguiente tabla se presenta las distancias mínimas de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.

**Tabla 87***Distancia mínimas de Visibilidad para el Rebasamiento de un Vehículo*

VD [Km/h]	VELOCIDADES DE LOS VEHÍCULOS [Km/h]		DISTANCIA MÍNIMA DE REBASAMIENTO [m]	
	REBASADO	REBASANTE	CALCULADA	RECOMENDADA
25	24	40	- - -	(80)
30	28	44	- - -	(110)
35	33	49	- - -	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
<b>60</b>	50	66	412	<b>415</b> (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830 *
120	94	110	831	830

**NOTAS:**

"\*" Valor utilizado con margen de seguridad por sobrepasar la velocidad de rebasamiento los 100 kph

( ) Valores utilizados para caminos vecinales.

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.197.

Por lo mencionado anteriormente se adopta una longitud mínima de rebasamiento de 290 m.

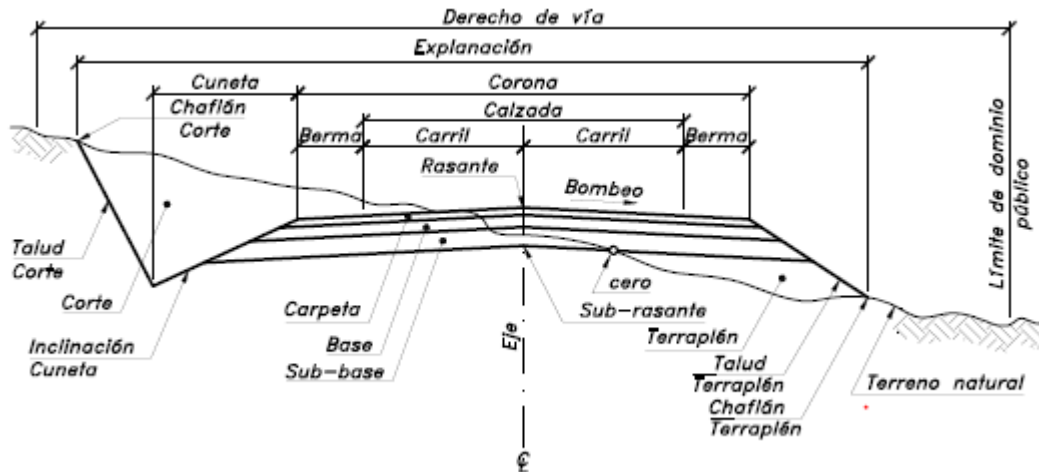
**6.4 Sección Transversal**

El diseño geométrico transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera, se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera, y así estimar las áreas y volúmenes de tierra a mover (James, 2013, p.405).

A continuación, se indica la sección transversal típica de una vía, con todas sus características.

**Figura 42**

*Sección transversal típica mixta, pavimentada en recta*



Fuente: James Cardenas, 2013, p.359.

El ancho de la sección transversal típica está constituido por:

- Ancho de la calzada o Pavimento
- Ancho del Espaldón
- Taludes Interiores
- Cunetas

(Cardenas Grisales, 2013)

#### **6.4.1 Calzada o Pavimento**

La calzada o superficie de rodamiento, es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos, constituida por uno o más carriles para uno o dos sentidos. Cada *carril* tendrá un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos. El ancho y el número de carriles de la calzada se determinan con base en un análisis de capacidad y nivel de servicio deseado al final del período de diseño (James, 2013, p.406).



“Los anchos de carril normalmente utilizados en recta son de 3.00 m, 3.30 m, 3.50 m y 3.65 m, respectivamente” (James, 2013, p.406).

En el país la determinación del ancho del pavimento está en función de la clase de la carretera y del TPDA, en la siguiente tabla se indica los anchos recomendables y absolutos.

**Tabla 88**

*Anchos de Calzada*

ANCHOS DE LA CALZADA			
CLASE DE CARRETERA		Ancho de la Calzada (m)	
		Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000	TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000	TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000	TPDA	7,30	6,50
<b>III 300 a 1000</b>	<b>TPDA</b>	<b>6,70</b>	<b>6,00</b>
IV 100 a 300	TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100	TPDA	4,00	4,00

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.227.

La vía tendrá un ancho de calzada de 6.0 m, valor adoptado en función de la clase de carretera y del TPDA de acuerdo a la norma de diseño geométrico de carreteras 2003 como se indica en la Tabla 83.

### ***Espaldones***

“Los espaldones, son fajas comprendidas entre las orillas de la calzada y las líneas definidas por los hombros de la carretera” (James, 2013, p.407).

El ancho de los espaldones en relación con el tipo de carretera, que recomienda la norma de diseño geométrico de carreteras 2003, se presenta a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 89***Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones*

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (m)						
Clase de Carretera	Ancho de espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000	3.0 *	3.0 *	2.5*	3	3.0 *	2.0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2.5*	2.5*	2.0 *	2.5 **	2.0 **	1.5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2.5*	2.5*	1.5 *	2,5	2,0	1,5
<b>III 300 a 1000 TPDA</b>	2.0 **	<b>1.5 **</b>	1.0 *	1,5	<b>1,0</b>	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura ( no se considera el espaldón como tal)					
	L= Terreno Llano    O=Terreno Ondulado    M=Terreno Montañoso					

\* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse concreto asfáltico.

\*\* Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.233.

El espaldón de la vía, tendrá un ancho de 1.0 m, como se indica en la Tabla 84, que para su determinación considera: la clase de carretera, el Tpdá y el tipo de terreno.

#### 6.4.2 Cunetas

“Las cunetas son zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Sus dimensiones se determinan de acuerdo a los análisis hidráulicos del sitio. Generalmente son de sección triangular” (James, 2013, p.409).

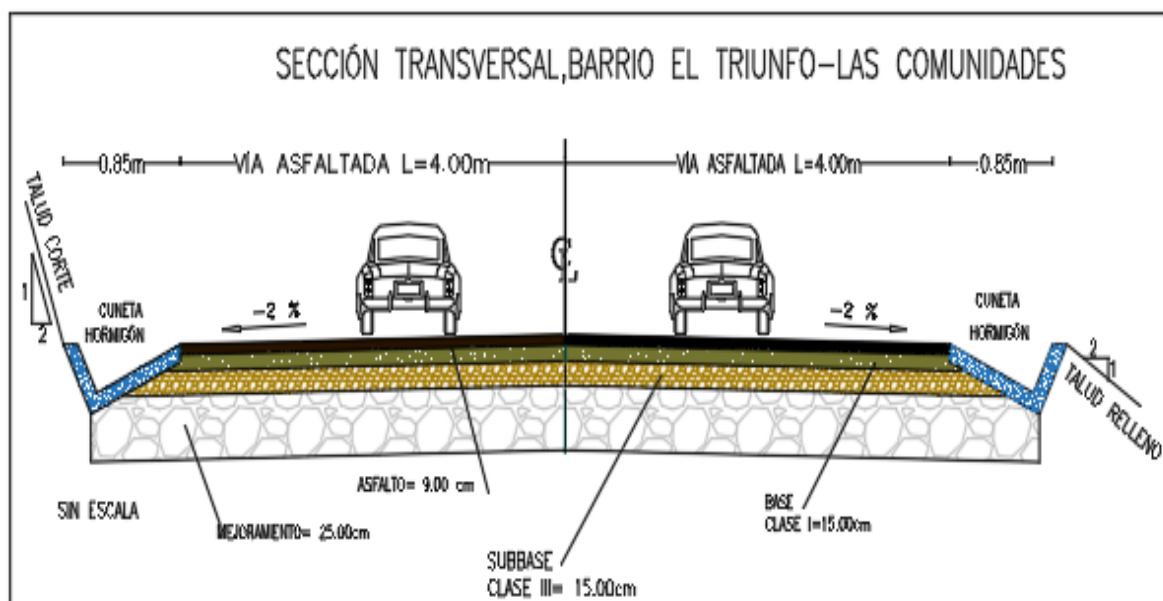
En el presente proyecto se asume un ancho de cuneta de 1.0 m, luego de los cálculos realizados para el diseño de cunetas longitudinales se establecerá las definitivas.

#### 6.4.3 Sección Típica Adoptada

A continuación, se presenta dimensiones de la vía y su sección transversal (VER ANEXO N° 5 Secciones Transversales de la Vía).

**Figura 43**

*Sección Transversal de la Vía*



Elaborado por: Los autores

**Tabla 90**

*Dimensiones, de la sección transversal de la vía*

SECCIÓN TÍPICA ADOPTADA	
Ancho de Calzada	6.0 m
Número de Carriles	2
Ancho del Carril	3.0
Cuneta para Corte	0.85 m
Cuneta para Relleno	0.85 m
Pendiente Transversal	2%
Ancho de Espaldón	1.0
<b>Ancho total de Calzada</b>	<b>9.70 m</b>

Elaborado por: Los autores

## 6.5 Diseño Horizontal

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas (James, 2013, p.38).

Las características del diseño horizontal son los siguientes:

- Curvas circulares
- Curvas Circular simple
- Transiciones de Peralte
- Sobre anchos

#### 6.5.1 Curvas Circulares

“Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.36).

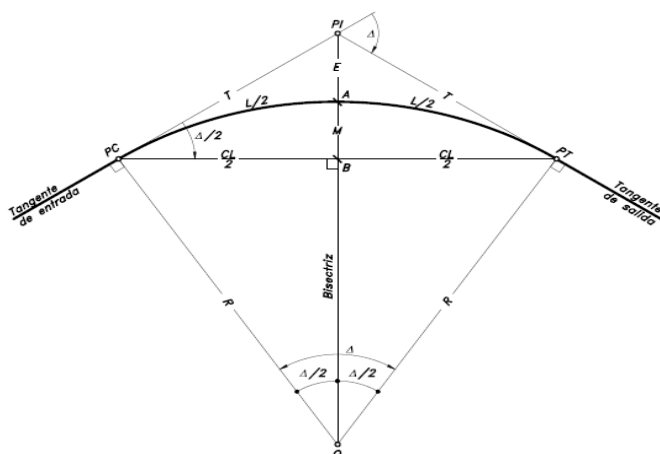
#### 6.5.2 Curva Circular Simple

“Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales” (James, 2013, p.38).

Los elementos geométricos que caracterizan a una curva simple son los siguientes:

#### Figura 44

##### *Elementos Geométricos de una Curva Simple*



Fuente: James Cardenas, 2013, p.39.

Donde:

- $PI$  = Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.
- $PC$  = Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.
- $PT$  = Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.
- $O$  = Centro de la curva circular.
- $\Delta$  = Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco  $PC \cdot PT$ .
- $R$  = Radio de la curva circular simple.
- $T$  = Tangente o sub tangente: distancia desde el  $PI$  al  $PC$  o desde el  $PI$  al  $PT$ .
- $L$  = Longitud de curva circular: distancia desde el  $PC$  al  $PT$  a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.
- $CL$  = Cuerda larga: distancia en línea recta desde el  $PC$  al  $PT$ .
- $E$  = Externa: distancia desde el  $PI$  al punto medio de la curva  $A$ .
- $M$  = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva  $A$  al punto medio de la cuerda larga  $B$ .

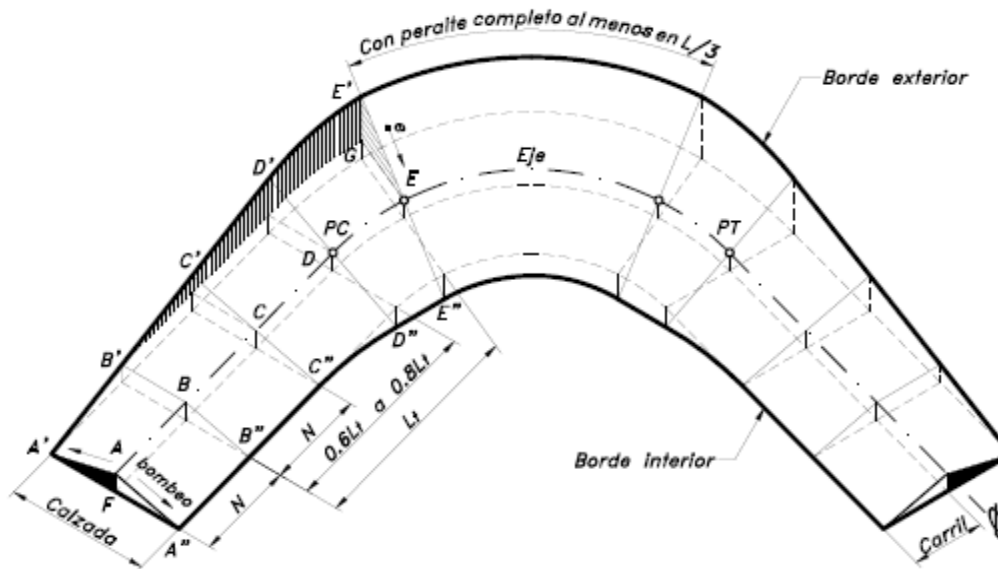
(Cardenas Grisales, 2013)

### **6.5.3 Transición del Peralte**

Para pasar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte, es necesario realizar un cambio de inclinación de la calzada. Este cambio no puede realizarse bruscamente, sino gradualmente a lo largo de la vía entre este par de secciones. A este tramo de la vía se le llama transición de peraltado (James, 2013, p.199-200).

**Figura 45**

*Transición del Peralte*



Fuente: James Cardenas, 2013, p.201.

Donde:

- $L_t$  = Longitud de transición. (m)
- $N$  = Longitud de aplanamiento. (m)
- $e$  = Peralte necesario de la curva circular. (%)
- $b$  = Ancho de la calzada (m)
- $p$  = Pendiente transversal del camino (%)
- $i$  = Gradiente de Borde (%)

(Cardenas Grisales, 2013)

Los gradientes longitudinales necesarios para el desarrollo del peralte se presentan a continuación:

**Tabla 91***Gradiente Longitudinal para el Desarrollo del Peralte*

<b>GRADIENTE LONGITUDINAL (i) NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE</b>		
<b>Vd (Km/h)</b>	<b>Valor de (i), %</b>	<b>MÁXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE</b>
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
<b>60</b>	<b>0,600</b>	<b>1:167</b>
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.59.

La longitud de transición y aplanamiento se determina con las siguientes ecuaciones:

$$L_t = \frac{b + e}{2 * i} \quad Ecu\ 26$$

$$N = \frac{b + P}{2 * i} \quad Ecu\ 27$$

$$L_t = \frac{3 + 10}{2 * 0.60}$$

$$N = \frac{3 + 2}{2 * 0.60}$$

$$L_t = 25\ m$$

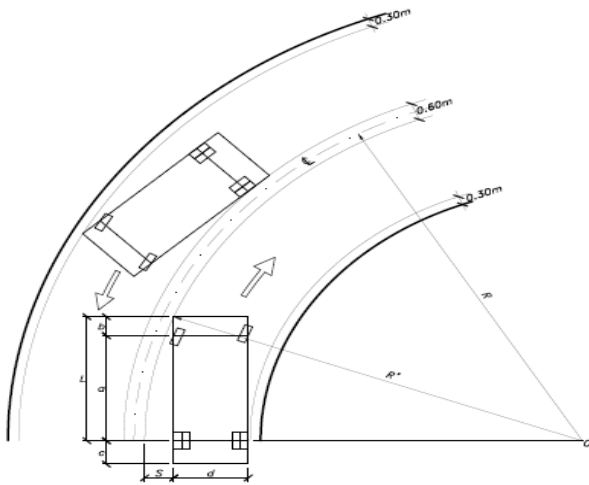
$$N = 5\ m$$

#### **6.5.4 Sobre anchos**

Con el propósito de que las condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean muy similares a las de en recta, la calzada en las curvas debe ensancharse, con el objeto de asegurar espacios libres adecuados entre los vehículos que se encuentran en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre el vehículo y el borde de la calzada. Este aumento del ancho se denomina Sobre-ancho (James, 2013, p.410-411).

## Figura 46

### *Sobre-ancho en las Curvas*



Fuente: James Cardenas, 2013, p.412.

Para determinar los sobre anchos en las curvas de la vía se utiliza la siguiente expresión:

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad Ecu 28$$

Donde:

- S: Valor de Sobre ancho (m)
- n: Número de carriles de la calzada
- R: Radio de la curva circular (m)
- L: longitud entre la parte frontal y el eje posterior el vehículo de diseño (m)
- V: Velocidad de Diseño (km/h)

(Cardenas Grisales, 2013)

A continuación, se presenta los valores de los sobre anchos que se usan en las curvas del proyecto, que están en función de la velocidad de diseño y del radio de curvatura como se indica en la siguiente Tabla.



**Tabla 92***Sobre anchos para diferentes velocidades de diseño*

<b>VARIACIÓN DEL VALOR DEL SOBRE ANCHO PARA EL VEHÍCULO DE DISEÑO</b>							
<b>Valor del sobre ancho para diferentes velocidades de diseño</b>							
	<b>Número de Carriles (2)</b>		<b>Longitud del vehículo de diseño (11,0 m)</b>				
Radios	60	70	80	90	100	110	120
110	1,67						
<b>120</b>	<b>1,56</b>						
130	1,46						
140	1,37						
150	1,3						
160	1,23	1,31					
<b>200</b>	<b>1,03</b>	1,1					
210	0,99	1,06	1,13				
250	0,86	0,93	0,99				
275	0,8	0,86	0,92	0,98			
300	0,75	0,81	0,87	0,92			
<b>350</b>	<b>0,67</b>	0,72	0,77	0,83	0,88		
<b>400</b>	<b>0,6</b>	0,65	0,7	0,75	0,8		
430	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,81	
520	0,5	0,54	0,58	0,63	0,67	0,72	0,76
600	0,45	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65	0,69
700	0,4	0,44	0,48	0,51	0,55	0,59	0,63
800		0,4	0,43	0,47	0,5	0,54	0,58
900			0,4	0,43	0,47	0,5	0,53

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.89.

### 6.5.5 Resumen del Diseño Horizontal

**Tabla 93**

#### *Resumen del Diseño Horizontal del Tramo I*

ELEMENTO GEOMÉTRICO	NORTE (m)	ESTE (m)	RADIO (m)	DEFLEXIÓN (Δ)	LONGITUD (m)	PC (m)	PT (m)
C1	9922116.63	243608.79	2000	1° 07' 49.9"	39.55	0+720.20	0+759.76
C2	9921950.32	243909.66	1000	3° 19' 50.0"	58.39	1+050.43	1+108.82
C3	9921787.74	244159.57	2000	22° 41' 00.9"	77.99	1+330.47	1+408.46
C4	9921731.06	244320.49	200	15° 17' 18.9"	52.57	1+519.81	1+572.37
C5	9921732.41	244561.67	400.00	3° 07' 29.5"	21.81	1+793.58	1+815.39
C6	9921730.02	244786.50	300.00	2° 51' 15.6"	14.95	2+025.29	2+040.24
C7	9921737.55	245020.97	400.00	5° 06' 14.5"	35.63	2+239.22	2+274.85
C8	9921731.69	245172.66	300.00	8° 31' 42.3"	44.66	2+382.09	2+426.75
C9	9921742.28	245312.75	400.00	5° 21' 09.6"	37.37	2+530.10	2+567.47
C10	9921745.29	245639.51	200.00	28° 05' 00.9"	98.03	2+800.06	2+898.09
C11	9921872.86	245857.58	400.00	4° 11' 10.4"	29.22	3+117.07	3+146.30
C12	9921940.21	245957.69	300.00	4° 02' 27.8"	21.16	3+244.27	3+245.63
C13	9921978.23	246093.80	200.00	31° 19' 14.7"	109.33	3+309.22	3+418.55
C14	9922023.71	246188.66	300.00	3° 14' 17.7"	16.96	3+496.89	3+513.85
C15	9922044.53	246394.82	200.00	22° 48' 28.2"	79.61	3+642.41	3+722.02

Elaborado por: los autores

**Tabla 94**

#### *Resumen del Diseño Horizontal del Tramo II*

ELEMENTO GEOMÉTRICO	NORTE (m)	ESTE (m)	RADIO (m)	DEFLEXIÓN (Δ)	LONGITUD (m)	PC (m)	PT (m)
C16	9921657.95	244587.22	120.00	18° 11' 04.0"	38.09	0+096.69	0+134.77
C17	9921529.07	244828.05	200.00	24° 51' 58.0"	86.78	0+341.49	0+428.29
C18	9921332.36	244974.75	300.00	26° 56' 07.7"	141.03	0+596.26	0+737.29
C19	9921014.82	245029.26	250.00	21° 13' 08.9"	92.56	0+926.30	1+018.89
C20	9920802.27	245215.54	4500.00	3° 14' 29.5"	254.59	1+161.98	1+416.57
C21	9919981.13	245543.33	200.00	20° 09' 45.5"	70.38	2+077.14	2+147.52
C22	9921326.67	244504.83	38.29	51° 00' 47.6"	34.09	0+000.34	0+034.44
C23	9921714.28	244551.45	8.57	128° 59' 12.4"	19.25	0+010.00	0+024.30

Elaborado por: los autores

## **6.6 Diseño Vertical**

“El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.204).

En el diseño vertical se tomaron en cuenta lo siguiente:

- Gradientes Máximas y Mínimas
- Curvas verticales Cóncavas y Convexas

### **6.6.1 Gradientes**

Las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos. De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.204)

#### **6.6.1.1 Gradientes máximas**

La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Su valor queda determinado por el volumen de tránsito futuro y su composición, por la configuración o tipo de terreno por donde pasará la vía y por la velocidad de diseño (James, 2013, p.309).

Para carreteras primarias las pendientes máximas se establecen considerando velocidades altas, entre 60 y 130 Km/h. En las carreteras terciarias las pendientes máximas se ajustan a velocidades entre 20 y 60 Km/h, en donde la necesidad de minimizar los movimientos de tierra y pobre superficie de rodadura son las condiciones dominantes (James, 2013, p.309).

Las gradientes longitudinales máximas, recomendada, por la norma de diseño geométrico de carreteras 2003, para su aplicación en el diseño, son las siguientes:

**Tabla 95***Gradientes Longitudinales Máximas*

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)									
Clase de Carretera				Valor Recomendable			Valor Absoluto		
				L	O	M	L	O	M
R - Io	R - II	>	8.000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3.000	a	8.000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1.000	a	3.000 TPDA	3	4	7	4	6	8
<b>III</b>	<b>300</b>	<b>a</b>	<b>1.000 TPDA</b>	4	<b>6</b>	7	6	<b>7</b>	9
IV	100	a	300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.204.

La gradiente y longitud máxima se pueden adaptar a los siguientes valores:

**Tabla 96***Longitudes Máximas en función de sus Gradientes máximas*

Gradientes Máximas	Longitudes Máximas
8 – 10 %	1000 m
10 – 12 %	500 m
12 – 14 %	250 m

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.205.

En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003).

La gradiente máxima de diseño, que se opta, para el presente proyecto, tomando como referencia la norma de diseño geométrico de carreteras es de 8 %.

#### **6.6.1.2 Gradientes Mínimas**

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.205).

#### **6.6.2 Curvas Verticales**

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado (James, 2013, p.313).

A continuación, se presenta algunos criterios generales para el alineamiento vertical:

Se deben evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro; esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves, las que significan mayores cortes y rellenos (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.213).

“Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.213).

En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en el cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo con pendiente máxima, en vez de proyectar un tramo largo de una sola pendiente, aunque ésta sea algo más suave. Esto es particularmente aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño.

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.213-214)

“En la selección de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.214).

#### **6.6.2.1 Curvas Verticales Convexas**

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros.

La longitud de una curva vertical convexa mediante su ecuación equivalente:

$$L = k * A \quad Ecu\ 29$$

Dónde:

- L= longitud de la curva vertical convexa, (m).
- k = coeficiente en función de la velocidad de diseño
- A = diferencia algebraica de las gradientes, (%).

A continuación, en la siguiente tabla se presenta valores de K en función de la velocidad de diseño y la distancia de visibilidad de parada

**Tabla 97***Curvas Verticales Convexas Mínimas*

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS				
Velocidad de Diseño Km/h	Distancia de Visibilidad para parada "s" (m)	Coeficiente $K = \frac{s^2}{122+3.5s}$		
		Calculado	Redondeado	
20	20	0.94	1	
25	25	1.47	2	
30	30	2.11	2	
35	35	2.88	3	
40	40	3.76	4	
45	50	5.87	6	
50	55	7.10	7	
<b>60</b>	<b>70</b>	<b>11.50</b>	<b>12</b>	
70	90	19.01	19	
80	110	28.40	28	
90	135	42.78	43	
100	160	60.09	60	
110	180	76.06	80	
120	220	113.62	115	

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.210.

La longitud mínima de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se determina por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0.60V \quad Ecu\ 30$$

Donde:

- $L_{min}$  = longitud mínima de curvas (m)
- $V$  = velocidad de diseño (Km/h)

Longitud mínima de curvatura para nuestro proyecto será:

$$L_{min} = 0.60 * 60$$

$$L_{min} = 36.00\ m$$

### 6.6.2.2 Curvas verticales cóncavas

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.211).

**Tabla 98**

*Valores de K, para curvas verticales cóncavas mínimas*

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS				
Velocidad de Diseño Km/h	Distancia de Visibilidad para parada "s" (m)	Coeficiente $K = \frac{s^2}{122+3.5s}$		
		Calculado	Redondeado	
20	20	2.08	2	
25	25	2.98	3	
30	30	3.96	4	
35	35	5.01	5	
40	40	6.11	6	
45	50	8.42	8	
50	55	9.62	10	
<b>60</b>	<b>70</b>	<b>13.35</b>	<b>13</b>	
70	90	18.54	19	
80	110	23.87	24	
90	135	30.66	31	
100	160	37.54	38	
110	180	43.09	43	
120	220	54.26	54	

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.212.

La longitud mínima de las curvas verticales cóncavas es la misma longitud calculada para las curvas convexas.

$$L_{min} = 36.00 \text{ m}$$



### 6.6.3 Resumen del Diseño Vertical

**Tabla 99**

*Resumen del Diseño Vertical del Tramo I*

PVI	ABSCISA (m)	COTA (msnm)	LC (m)	RADIO (m)	K	e (m)
1	0+181.20	405.42	200.00	17395.92	173.96	0.28
2	0+380.57	398.23	100.00	2596.69	25.97	0.48
3	0+559.59	398.67	200.00	6494.69	64.95	0.77
4	0+779.53	392.43	38.06	1800.00	18.00	0.10
5	1+317.67	388.56	150.00	12155.57	121.56	0.23
6	1+981.01	391.96	200.00	17298.58	172.98	0.29
7	2+428.48	389.09	200.00	506796.22	5067.96	0.01
8	3+073.31	385.19	200.00	58649.74	586.49	0.09
9	3+442.68	384.22	150.00	5017.89	50.17	0.56

Elaborado por: los autores

**Tabla 100**

*Resumen del Diseño Vertical del Tramo II*

PVI	ABSCISA (m)	COTA (msnm)	LC (m)	RADIO (m)	K	e (m)
1	0+215.33	385.82	200.00	17404.04	174.04	0.29
2	0+559.83	382.90	150.00	8735.32	87.35	0.32
3	0+990.03	371.86	150.00	9909.07	99.09	0.28
4	1+608.06	365.36	399.76	205048.58	2050.48	0.09
5	1+917.45	361.50	150.00	25178.46	251.78	0.11

Elaborado por: los autores

## 6.7 Diseño de Intersecciones

Se define como intersecciones al cruce de dos o más caminos, cuyo objetivo principal es facilitar el cambio de dirección de la vía. Existen diferentes tipos de intersecciones los cuales se indican a continuación:

- Intersección a Nivel
- Intersecciones a Desnivel

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

Las intersecciones de acuerdo a su forma se dividen de la siguiente manera:

- Intersecciones en T
- Intersecciones en Y
- Intersecciones en Cruz
- Intersecciones Escalonadas
- Intersecciones Multivías

(Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

De acuerdo a la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2003, se permite implementar intersecciones en vías de:

- Clase II, con vías de clase IV y V
- Clase III, IV, V entre sí, cuando la sumatoria del TPDA futura de las vías que se interceptan no sobrepasen los 4000 veh /día. Cuando el TPDA proyectado sea menor a 1000 veh /día, se puede implementar una intersección a nivel sencilla.

Para la elección del tipo de intersección se propone la utilización del grafico que se muestra a continuación, en el cual se establece el campo racional de utilización de cada tipo de intersección, con la consideración de las pérdidas mínimas del transporte vehicular, debido a la espera de la posibilidad de circulación (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

**Figura 47**

*Elección del Tipo de Intersección*



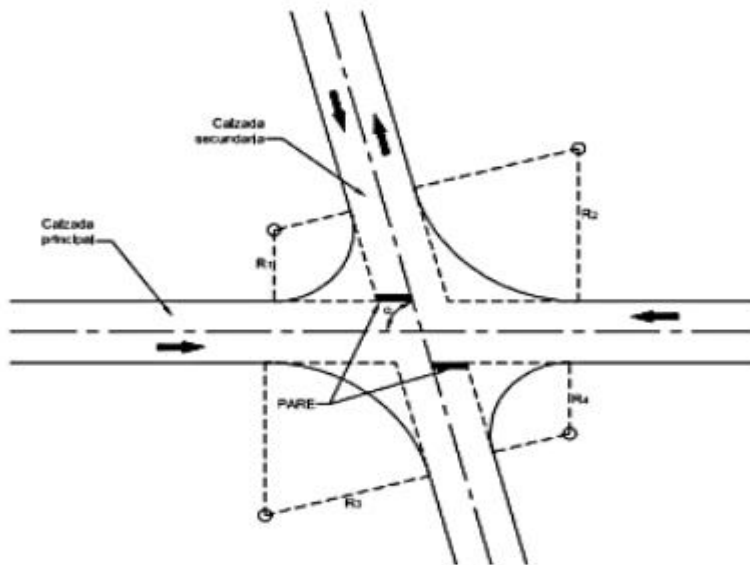
Fuente: (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 371)

Para el presente proyecto la intersección a diseñarse es sencilla debido a que el TPDA proyectado en el tramo principal y secundario no supera los 1000 veh /día

De acuerdo a las normas NEVI 12, al diseñar una intersección se debe tomar en consideración los siguientes criterios básicos:

**Figura 48**

*Esquema de Intersección en “T” o “Y”*



Fuente: (Ministerio de Transporte y obras Publicas del Ecuador (NEVI 12), 2012, p. 150)

- El ángulo de intersección no debe ser menor de  $60^{\circ}$ - $90^{\circ}$
- Ubicación de las isletas direccionales de tal manera que, en cada momento el conductor tenga la posibilidad de elegir no más de dos direcciones de tránsito, recta o giro.
- Ubicación de las isletas direccionales de tal manera que, en cada momento el conductor tenga la posibilidad de elegir no más de dos direcciones de tránsito, recta o giro.

Para el presente estudio el Angulo de intersección es de  $60^{\circ}$  y la intersección es de tipo Y

### **6.8 Movimientos de Tierra**

Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones que se realiza con los terrenos naturales a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles a las obras viales (VER ANEXO N° 6 Volúmenes de corte y Relleno)

Para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras se utilizará el método de Perfiles transversales, para su determinación se usa la fórmula de Simpson.

La expresión con la que se va a trabajar para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras es el que se presenta a continuación:

$$V_p = \frac{1}{2}(A_1 + A_2) * L \quad Ecu \ 31$$

Donde:

- $V_p$  = Volumen del prisma (m<sup>3</sup>)
- $A_1$  = Área #1 de la primera sección transversal (m<sup>2</sup>)
- $A_2$  = Área #2 de la segunda sección transversal (m<sup>2</sup>)
- $L$  = Distancia entre secciones transversales (m)

El movimiento de tierras incluye las siguientes actividades:

- Excavación
- Carga
- Transporte (acarreo)
- Descarga
- Extendido
- Compactación
- Especificaciones y Cantidades de Obra
- Curvas de Masas

#### ***6.8.1 Especificaciones y Cantidades de Obra***

A continuación, se presenta los volúmenes de corte y relleno acumulados tanto como para el tramo I y el tramo II

**Figura 49***Volúmenes de Corte y Relleno, Tramo I*

<b>KILOMETRO</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO (A) (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO (B) (m<sup>3</sup>)</b>	<b>CURVA DE MASAS (A-B) (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Km 0-1</b>	6877,13	6656,38	-220,75
<b>Km 1-2</b>	10382,73	11653,3	1270,57
<b>Km 2-3</b>	12080,94	19253,86	7172,92
<b>Km 3-4</b>	18760,4	19719,74	959,34

Elaborado por: los autores

**Figura 50***Volúmenes de Corte y Relleno, Tramo II*

<b>KILOMETRO</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO (A) (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO (B) (m<sup>3</sup>)</b>	<b>CURVA DE MASAS (A-B) (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Km 0-1</b>	1080,4	8123,12	7042,72
<b>Km 1-2</b>	12460,46	12228,67	-231,79

Elaborado por: los autores

**Figura 51***Volúmenes de Corte y Relleno Totales, del Proyecto*

<b>KILOMETRO</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO (A) (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO (B) (m<sup>3</sup>)</b>	<b>CURVA DE MASAS (A-B) (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Km 0-1</b>	6877,13	6656,38	-220,75
<b>Km 1-2</b>	10382,73	11653,3	1270,57
<b>Km 2-3</b>	12080,94	19253,86	7172,92
<b>Km 3-4</b>	18760,4	19719,74	959,34
<b>Km 4-5</b>	1080,4	8123,12	7042,72
<b>Km 5-6</b>	12460,46	12228,67	-231,79

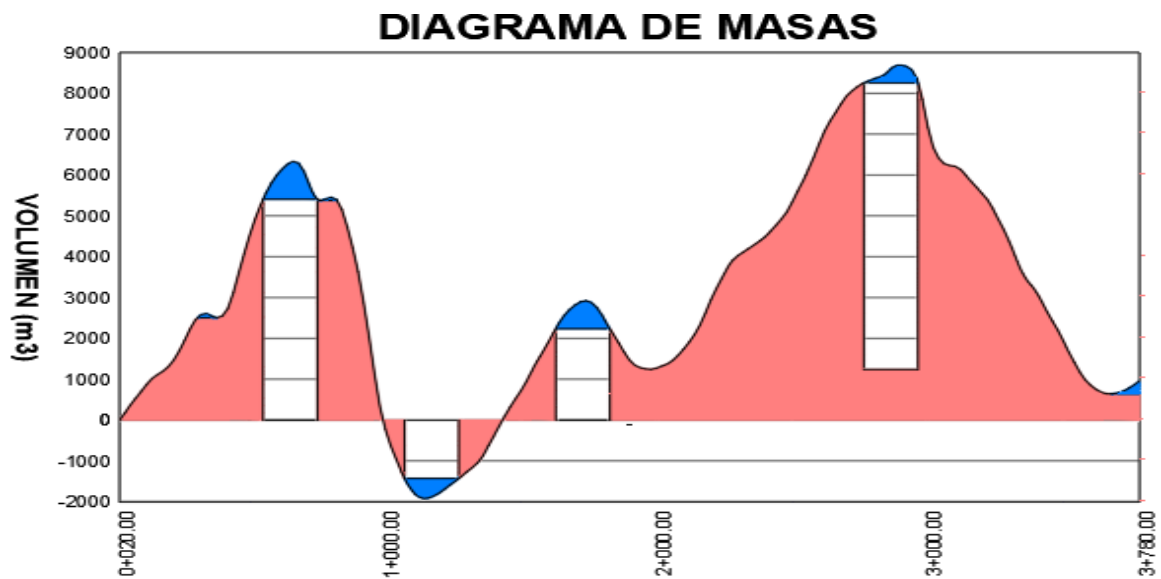
Elaborado por: los autores

### **6.8.2 Curva de Masas**

El diagrama de masas es la representación gráfica del volumen de tierra a mover y de las distancias a que hay que transportarlo, en un tramo determinado de la carretera en construcción. Técnicamente es una curva o gráfico, en el que las distancias horizontales (abscisas) representan las estaciones de la carretera y las distancias verticales (ordenadas) indican las sumas algebraicas de los volúmenes acumulados de los cortes y terraplenes, a partir de un punto origen en el perfil longitudinal de la carretera (Cardenas Grisales, 2013, p. 463)

**Figura 52**

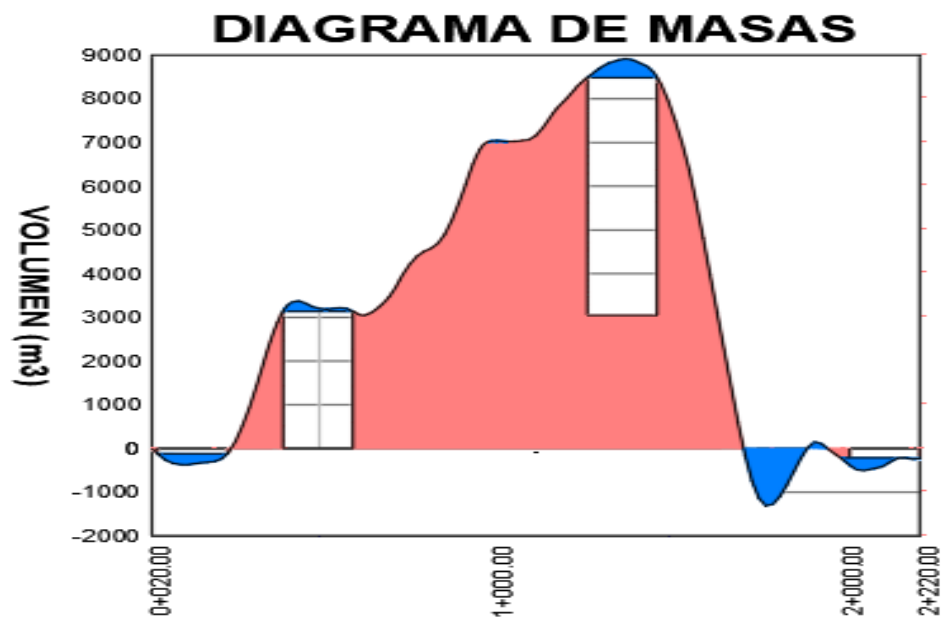
*Diagrama de Masas del Tramo I, del Proyecto*



Elaborado por: los autores

**Figura 53**

*Diagrama de Masas del Tramo II, del Proyecto*



Elaborado por: los autores



## **CAPÍTULO VII**

### **7 DISEÑO HIDRÁULICO**

El drenaje del agua de los pavimentos ha sido siempre una consideración importante en el diseño de carreteras; sin embargo, los métodos corrientes de diseño han resultado a menudo en capas de base que no drenan bien. Este exceso de agua combinada (n) volúmenes y cargas de tráfico crecientes, han llevado a menudo al destrozo prematuro de la estructura del pavimento (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p.42).

“El agua ingresa a la estructura del pavimento en muchas formas, tales como, a través de las grietas, juntas, o infiltración a través del pavimento, o en forma subterránea desde un acuífero interrumpido, nivel" freático elevado, o una fuente localizada” (Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993, p.42).

Los efectos del agua (cuando está atrapada en la estructura del pavimento) sobre el pavimento incluye:

- Resistencia reducida de los materiales granulares sin cohesión
- Resistencia reducida de los suelos de fundación
- Bombeo de los pavimentos de concreto con falla subsecuente, agrietamiento y deterioro general de las bermas
- Bombeo de Finos dentro de la base de agregados en pavimentos flexibles trayendo como consecuencia una pérdida de soporte

## **7.1 Alcance**

El alcance, del diseño hidráulico, del presente proyecto, se fundamenta en el confort, mantenimiento, y durabilidad de la vía, durante el periodo de diseño, esto se lo obtiene realizando obras de arte menor (Cunetas y alcantarillas) que permitan captar, conducir y evacuar el escurrimiento superficial en zonas bajas, permitiendo así la no acumulación de precipitación sobre la calzada de la vía, generando con el paso de los años una pérdida de resistencia de los materiales granulares sin cohesión.

Para el diseño de las cunetas se tomará en consideración el caudal que se encuentra sobre la calzada debido a que en todo el trayecto de la vía de estudio no presenta taludes por lo que se considera una vía en terraplén.

Para el diseño de alcantarillas se determinarán los caudales de diseño para cada una de ellas localizados en cada tramo de la vía, a los existentes se analizará su operatividad y caso contrario serán reemplazados y se añadirán los que sean necesarios en cada tramo de la vía antes mencionada.

## **7.2 Información Utilizada**

El análisis hidrológico se realizó con la siguiente información:

- Imágenes de Google Earth
- Cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) escala 1:50 000
- Anuarios meteorológicos del Instituto de meteorología e Hidrología (Inamhi)

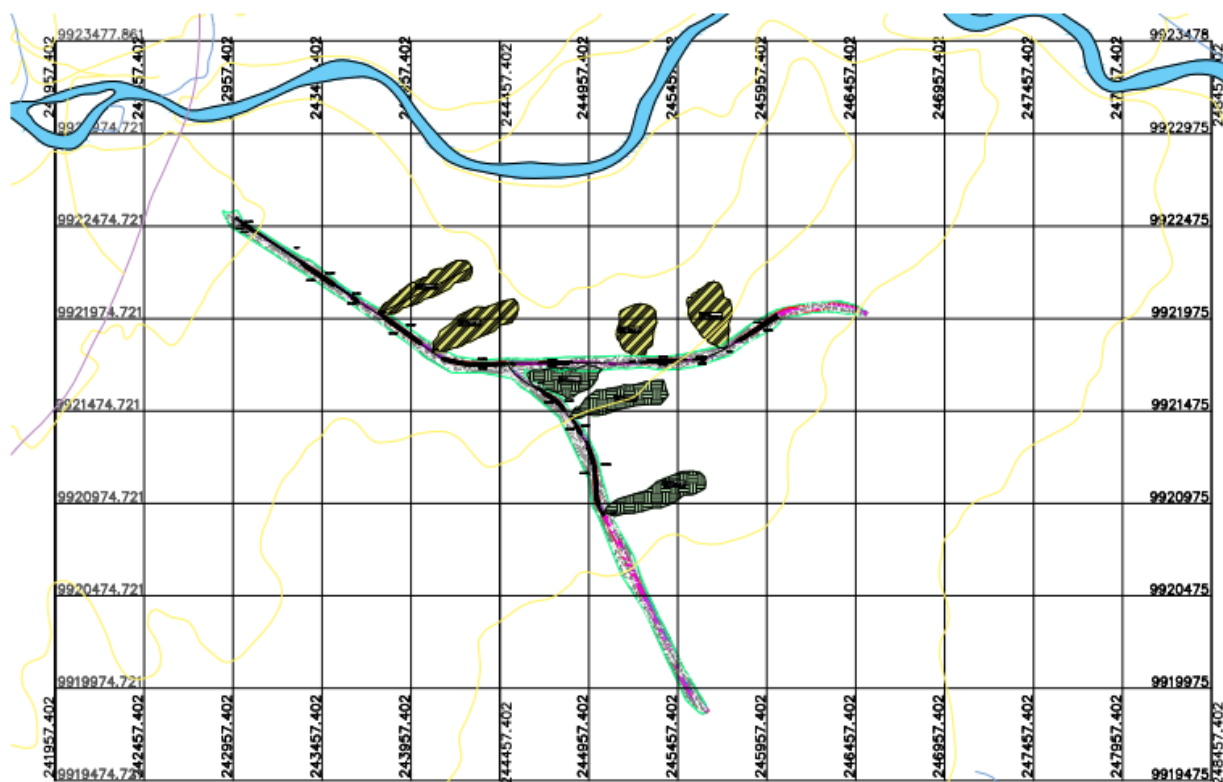
Las cartas topográficas utilizadas para el trazado de la cuenca fueron a escala 1: 50 000, pertenecientes a Loreto y Puerto Murialdo (Boca del Suno).

### 7.3 Trazado de la Cuenca de Drenaje

A continuación, se presenta el trazado de la cuenca de drenaje en los puntos de estudio de la vía correspondiente

**Figura 54**

*Trazado de la Cuenca de Drenaje*



Elaborado por: los autores

### 7.4 Drenaje Longitudinal

“El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesarios establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.254).

El sistema de drenaje vial tiene cuatro funciones principales:

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada
- Controlar el Nivel Freático
- Interceptar al agua que superficial o Subterráneamente escurre hacia la carretera
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía

“Las primeras tres primeras funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y sub drenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.254).

### **7.5 Drenaje Transversal**

“El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizará tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.285).

“El análisis hidrológico permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, según el caso, para períodos de retorno especificados de acuerdo a la finalidad e importancia del sistema” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.285).

“El Diseño hidráulico permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar los caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p.285).

## **7.6 Diseño de Obras de Drenaje**

El diseño de las obras de drenaje vial (cunetas y alcantarillas) tiene como objetivo captar, conducir y evacuar en el menor tiempo posible el volumen de agua sobre la calzada que se almacena luego de haberse producida la precipitación, las obras de drenaje longitudinal deben cumplir las condiciones de capacidad y velocidad y las obras de drenaje transversal (alcantarillas) condiciones de velocidad, capacidad.

### ***7.6.1 Intensidad de Precipitación para un Periodo de Retorno***

Para muchos diseños de obras hidráulicas de drenaje urbano y rural se necesita la determinación del evento o eventos de lluvia que deben usarse, así una vez establecido el registro continuo y consistente, se puede enfocar el problema de la variabilidad de los registros (Gutierrez Caiza, 2014, p. 166).

En muchos proyectos de diseño hidráulico, como el diseño de drenaje, es la determinación del evento o los eventos de lluvia que deben usarse. La forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad de la lluvia, la duración y las frecuencias o periodos de retorno apropiados para la obra y el sitio (Gutierrez Caiza, 2014, p. 166).

#### **7.6.1.1 Periodos de Retorno**

“El período de retorno de un evento hidrológico se calcula como la inversa de la probabilidad de excedencia anual y representa el intervalo de tiempo promedio (en sentido probabilístico) dentro del cual ese evento puede ser igualado o excedido” (EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE, 2009, p. 68).

Los factores determinantes en la sección del evento de diseño son el costo y el grado de seguridad que se desea dar a la estructura hidráulica. La magnitud óptima para el diseño es aquella que equilibra las consideraciones de costo y seguridad (Gutierrez Caiza, 2014, p. 257).

Para obras viales, como el diseño de cunetas longitudinales y alcantarillas se trabajará con periodos de retorno de 25 y 50 años respectivamente.

### 7.6.1.2 Tiempo de Concentración

“El tiempo de concentración de la cuenca es definido como el tiempo de viaje del agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca hasta llegar a dicha sección de desagüe” (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2009, p. 87).

En general, el tiempo de concentración, se determina con varias fórmulas empíricas, la más utilizada para su estimación es la ecuación de Kirpich que se presenta a continuación:

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{Lr^3}{\Delta H} \right)^{0.385} \quad Ecu \ 31$$

Donde:

- Lr: Longitud del Cauce Principal (m)
- ΔH: Diferencia de Elevación (m)
- Tc: Tiempo de concentración en (mi)

(Gutierrez Caiza, 2014)

A continuación, en la tabla 94, se indica los diferentes tiempos de concentración determinados en los sitios en donde se colocarán las diferentes alcantarillas.

**Tabla 101**

*Tiempos de Concentración*

TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN (TC)					
Tiempos	Alcantarillas	Lr (m)	C. Max (msnm)	C. Min (msnm)	Tc (mi)
Tc 1	1	650	410	388,84	10,6
Tc2	2	475	408	388,87	7,7
Tc 3	3	500	405	389,26	8,8
Tc 4	4	700	410	383,09	10,6
Tc 5	5	350	389	386,21	11,3
Tc 6	6	400	389	383,34	10,1
Tc 7	7	435	390	371,12	7,01

Elaborado: por los autores

### 7.6.1.3 Intensidad de Lluvias (I-D-F)

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan las lluvias (estimadas como intensidad de precipitación), la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el período de retorno (Sarabia, 2019, p. 144).

“La forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad de Lluvia, la duración y las frecuencias o periodos de retorno apropiados para la obra y el sitio” (CHOW, 1994, p. 465).

Para la determinación de intensidades en la zona de estudio, se considera estaciones pluviográficas activas y se trabaja con la más cercana al lugar del Proyecto.

#### Figura 55

##### *Estaciones Pluviográficas cercanas al Proyecto*

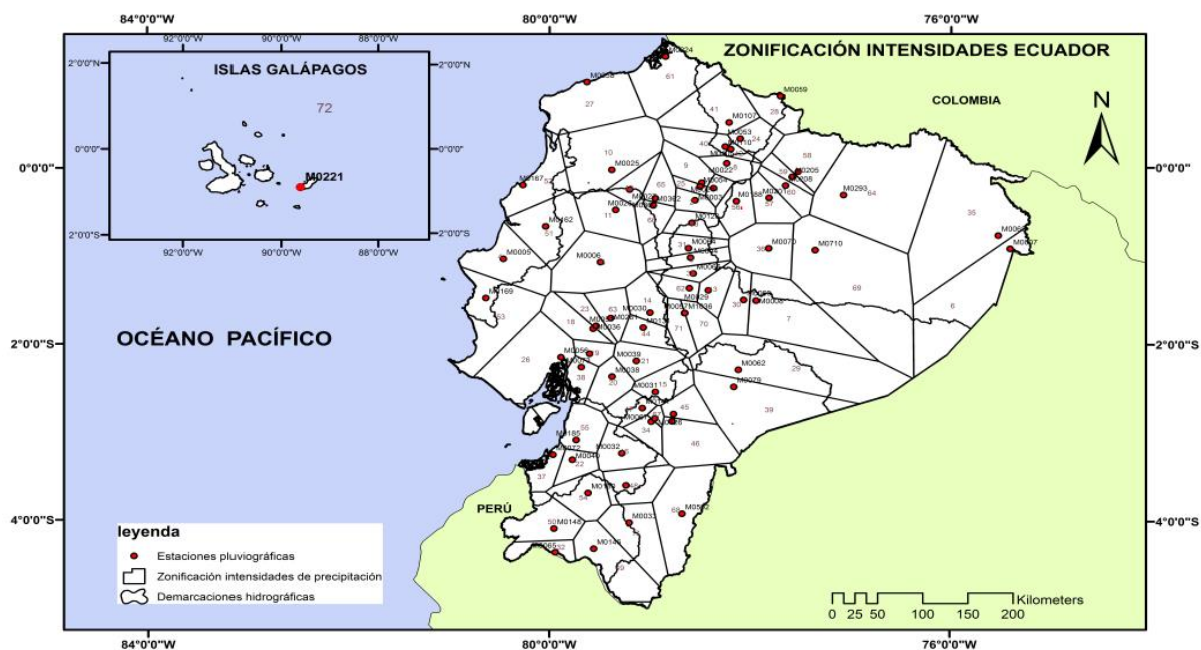


Elaborado por: Los autores a través de Google Earth 2020

En el siguiente mapa de zonificación de intensidades del Ecuador desarrollado por el INAMHI, se presenta diferentes zonas de intensidades con su respectiva ecuación.

**Figura 56**

*Mapa de Zonas de Intensidades del Ecuador*



Fuente: Estudios de Lluvias intensas INAMHI,2015, p.192.

De acuerdo a la zonificación de intensidades del Ecuador, el lugar del proyecto se ubica en la zona 69 dentro de la cual se encuentra la estación pluviográfica Chonta Punta M 0710 con la cual se trabaja para la determinación de intensidades por ser la más cercana al lugar del proyecto, su longitud respecto al lugar del proyecto es de 14.1 km.

La estación Chota Punta, presenta las siguientes ecuaciones para la determinación de intensidades para diferentes periodos de retorno en función de la duración de la lluvia (t) y de la intensidad diaria para un periodo de retorno dado ( $I_{dtr}$ ).



**Tabla 102***Estación Pluviográfica Chota Punta M 0710*

ZONA	CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
69	M 0710	CHONTA PUNTA	5 Min < 21.04 Min	$I_{TR} = 31.826 * Id_{TR} * t^{-0.113}$
			21.04 Min < 90.62 Min	$I_{TR} = 85.506 * Id_{TR} * t^{-0.443}$
			90.62 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 585.79 * Id_{TR} * t^{-0.87}$

Fuente: Estudios de Lluvias intensas INAMHI 2015, p.206.

Donde:

- Idtr: Intensidad Diaria para un periodo de retorno dado en (mm/h)
- t: Duración de lluvias en (minutos)
- I: Intensidad Precipitación para cualquier periodo de retorno en (mm/h)

A continuación, se presenta los Idtr máximos en 24 Horas para diferentes periodos de retorno:

**Tabla 103***Intensidades máximas en 24 h para varios periodos de retorno*

CÓDIGO	ESTACIÓN	X	Y	TR 2	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
M 0710	CHOTA PUNTA	906376,755	9896627,47	4,79	5,73	6,35	<b>7,05</b>	<b>7,72</b>	8,3

Fuente: Estudios de Lluvias intensas INAMHI 2015, p.169.

Las intensidades diarias máximas (Idtr), que se adoptan para nuestro proyecto son las siguientes: Id<sub>TR 25 años</sub> = 7.05, Id<sub>TR 50 años</sub> = 7.72

Se presenta en la tabla 92, intensidades máximas de precipitación, de la estación Chonta Punta para periodos de retorno de 25 y 50 años.

**Tabla 104**

*Intensidades Máximas Diarias, estación M 0710 ,Tr 25, Tr 50*

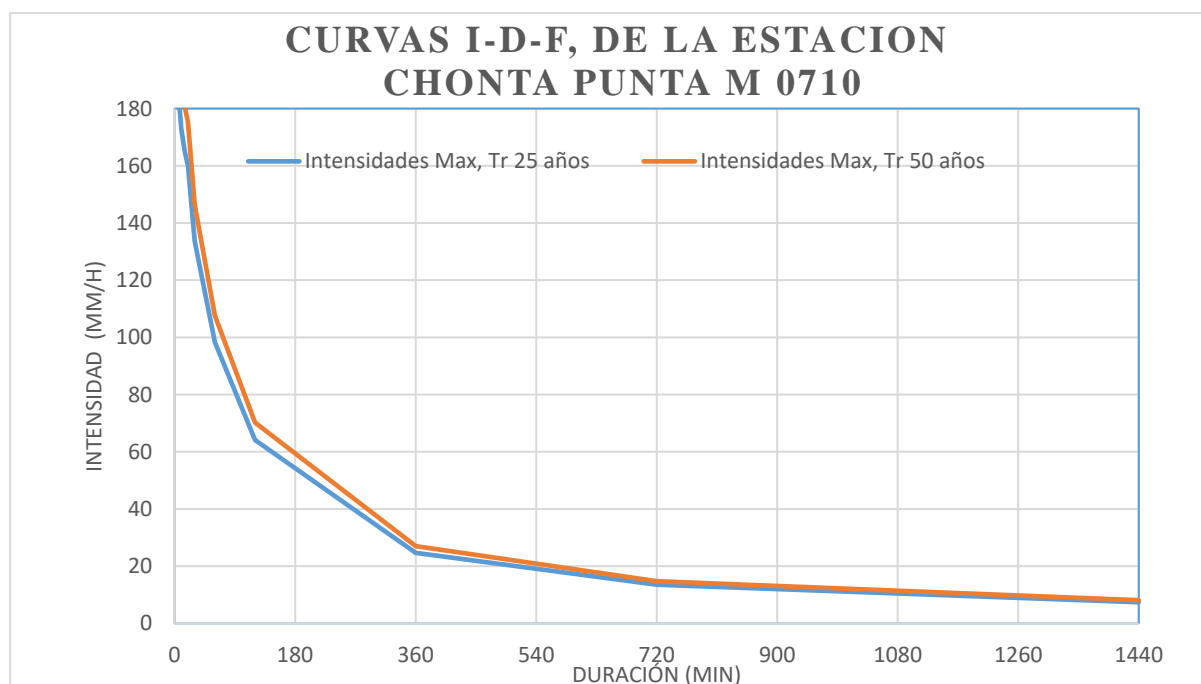
Tr Años	DURACIÓN (Minutos)									
	5	10	15	20	30	60	120	360	720	1440
25	187.06	172.97	165.22	159.94	133.60	98.28	64.13	24.66	13.49	7.38
50	204.84	189.41	180.93	175.14	146.30	107.62	70.22	27.00	14.77	8.08

Elaborado por: Los autores

A continuación, se indican las curvas de intensidad, duración, frecuencia (I – D – F) construidas con los datos de intensidades(mm/h) máximas para diferentes duraciones(mi) y periodos de retorno(Tr) como se indica en la Tabla 92.

**Figura 57**

*Curvas I - D - F*



Elaborado por: Los autores

Una vez definido el periodo de retorno(Tr), la Intensidad Diaria (Id) y la duración de la lluvia (t) se procede a determinar la Intensidad máxima para Tr de 25 y 50 años.

$$I_{TR\ 25} = 31.826 * Id_{TR\ 25} * t^{-0.113} \quad Ecu\ 32$$

$$I_{TR\ 25} = 31.826 * 7.05 * 12^{-0.113}$$

$$I_{TR\ 25} = 169.44\text{ mm/h}$$

$$I_{TR\ 50} = 31.826 * Id_{TR\ 50} * t^{-0.113}$$

$$I_{TR\ 25} = 31.826 * 7.72 * 12^{-0.113}$$

$$I_{TR\ 50} = 185.55\text{ mm/h}$$

### 7.6.2 Coeficiente de Escorrentía

“Es la relación entre la escorrentía y la precipitación sobre un periodo de tiempo dado”  
(CHOW, 1994, p. 142).

El coeficiente de escorrentía (C) está en función de las siguientes características:

- Intensidad de la precipitación
- Tipo y Usos del Suelo
- El grado de compactación del suelo
- Porosidad del Sub suelo
- Vegetación
- Pendiente del suelo

En la siguiente tabla se presenta los diferentes coeficientes de escorrentía en función del tipo y uso del suelo, para diferentes periodos de retorno.

**Tabla 105***Coefficientes de Escorrentía (c) según las características de la Superficie*

Descripción del Área	Periodos de Retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95
Concreto/Techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97
<b>Zonas verdes(Jardines,parques,etc) cubierta de pasto el 50% del área</b>						
Plano 0 - 2 %	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
Promedio 2 - 7 %	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53
Pendiente Superior al 7 %	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55
<b>Zonas verdes(Jardines,parques,etc) cubierta de pasto del 50 % al 75 % del área</b>						
Plano 0 - 2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41
Promedio 2 - 7 %	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49
Pendiente Superior al 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53
<b>Zonas verdes(Jardines,parques,etc) cubierta de pasto mayor al 75 % del área</b>						
Plano 0 - 2 %	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36
Promedio 2 - 7 %	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46
Pendiente Superior al 7 %	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51
<b>Área de Cultivos</b>						
Plano 0 - 2 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47
Promedio 2 - 7 %	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51
Pendiente Superior al 7 %	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54
<b>Área de Pastizales</b>						
Plano 0 - 2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41
Promedio 2 - 7 %	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49
Pendiente Superior al 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53
<b>Bosques</b>						
Plano 0 - 2 %	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39
Promedio 2 - 7 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47
Pendiente Superior al 7 %	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52

Fuente Hidrología Aplicada de Ven Te Chow ,1994, p.511.

Para la determinación de caudales de diseño para cunetas y alcantarillas los coeficientes de escorrentía que se usaran son los siguientes:

**Tabla 106**

*Coefficientes de Escorrentía para Tr 25 años*

<b>Coefficiente de Escorrentía (Tr 25)</b>	
Asfalto	0,86
Hormigón	0,88
Cuenca	0,42

Elaborado por: los autores

**Tabla 107**

*Coefficientes de Escorrentía para Tr 50 años*

<b>Coefficiente de Escorrentía (Tr 50)</b>	
Asfalto	0,9
Hormigón	0,92
Cuenca	0,45

Elaborado por: los autores

### **7.6.3 Caudales de Diseño**

Para la determinación de caudales de diseño, en cuencas, donde se sitúa el proyecto, existen diferentes métodos de cálculo para nuestro proyecto se usará el método racional.

#### **7.6.3.1 Método Racional**

Este método es utilizable en cuencas pequeñas menores a 25 km<sup>2</sup>. Supone que el escurrimiento máximo generado por una tormenta es proporcional a la lluvia caída, supuesto que se cumple en forma más rigurosa en cuencas mayoritariamente impermeables o en la medida en que la magnitud de la lluvia crece y el área aportante se satura (Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador , 2013, p. 255).

El caudal máximo para un determinado periodo de retorno se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \quad Ecu \ 33$$

Donde:

- Q: Caudal m<sup>3</sup>/s
- C: Coeficiente de escorrentía, Adimensional
- I: Intensidad de la lluvia de diseño (mm/h)
- A: Área de la Cuenca km<sup>2</sup>

(Gutierrez Caiza, 2014)

### 7.6.3.2 Determinación de caudales de la Cuenca Hidrográfica

A continuación, se presenta los caudales de diseño determinados en cada punto de estudio:

**Tabla 108**

*Caudales de Diseño de alcantarillas, Tramo I*

CAUDALES DE DISEÑO, TRAMO I									
N° Alcantarilla	Dirección	ABS Inicial	ABS Final	Longitud	Tipo de Vía	Intensidad	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (l/s)	Q Diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	Izquierda	0	960	960	tangente	169,24	1,29	1288,26	<b>1,48</b>
	Derecha						0,19	190,86	
2	Izquierda	960	1300	340	tangente	169,24	1,35	1352,77	<b>1,42</b>
	Derecha						0,07	66,86	
3	Izquierda	1300	4780	3480	tangente	169,24	1,20	1202,45	<b>1,71</b>
	Derecha						0,50	502,97	
4	Izquierda	4780	5300	520	tangente	169,24	1,37	1369,53	<b>1,49</b>
	Derecha						0,12	119,73	

Elaborado por: Los Autores

**Tabla 109***Caudales de Diseño de alcantarillas, Tramo II*

CAUDALES DE DISEÑO, TRAMO II									
N° Alcantarilla	Dirección	ABS inicial	ABS final	Longitud	Tipo de Vía	Intensidad	Q (m³/s)	Q( l/s)	Q Diseño (m³/s)
1	Izquierda	1740	1940	200	tangente	169,24	0,96	957,64	<b>0,97</b>
	Derecha						0,01	9,64	
2	Izquierda	1940	2800	860	Curva	169,24	1,31	1310,11	<b>1,32</b>
	Derecha						0,01	11,70	
3	Izquierda	1300	1940	640	tangente	169,24	1,26	1262,83	<b>1,30</b>
	Derecha						0,04	39,90	

Elaborado por: Los Autores

#### **7.6.4 Dimensionamiento de las Obras de Drenaje**

El dimensionamiento de las obras de drenaje vial, cunetas y alcantarillas permiten captar, conducir y evacuar la escorrentía superficial en el menor tiempo posible evitando la acumulación de la lluvia y su posterior deterioro en el tiempo.

##### **7.6.4.1 Diseño de Cuentas**

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 254).

##### **7.6.4.1.1 Variables de Diseño**

Las cunetas longitudinales que captan el agua de la calzada, espaldón, talud de corte y de la precipitación misma, se diseñan como flujo a superficie libre con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad Ecu 34$$

Donde:

- Q: Caudal de diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- n: Coeficiente de Rugosidad de Manning
- A: área Hidráulica de la Sección ( $\text{m}^2$ )
- R: Radio Hidráulico (m)
- S: Pendiente longitudinal de la Vía (m/m)

Las variables que intervienen en la ecuación de manning se describen a continuación:

#### 7.6.4.1.2 *Coeficiente de Rugosidad de Manning*

El coeficiente de Rugosidad de Manning (n) depende del tipo de material; se presenta a continuación diferentes valores de (n).

<b>Cunetas y Canales sin Revestir</b>	<b>Coeficiente de Manning (n)</b>
En Tierra Ordinaria, Superficie Uniforme y lisa	0.020 - 0.025
En Tierra Ordinaria, Superficie Irregular	0.025 - 0.035
En Tierra con ligera vegetación	0.035 - 0.045
En Tierra con ligera vegetación espesa	0.040 - 0.050
En Tierra excavada mecánicamente	0.028 - 0.033
En Roca, Superficie uniforme y lisa	0.030 - 0.035
En roca, Superficie con aristas e irregularidades	0.035 - 0.045
<b>Cunetas y Canales Revestidos</b>	
Hormigón	0.013 - 0.017
Hormigón revestido en gunita	0.016 - 0.022
Encachado	0.020 - 0.030
Paredes de Hormigón, fondo de grava	0.017 - 0.020
Paredes encachadas, fondo de grava	0.023 - 0.033
Revestimiento Bituminoso	0.013 - 0.016

Fuente:(Lemos R, 1999, p. 10)



#### 7.6.4.1.3 *Geometría de la Cuneta*

La geometría de las cunetas longitudinales, que se adoptan para ser diseñadas y construidas para el drenaje longitudinal son las siguientes:

- Geometría Trapezoidal
- Geométrica Triangular
- Geometría Rectangular

Para el presente proyecto, se determinó, que el diseño de cunetas longitudinales que permiten el drenaje longitudinal se diseñara con una geometría triangular.

A continuación, se presenta sus propiedades geométricas como son:

- Ancho Superficial
- Área
- Perímetro mojado
- Radio Hidráulico

**Figura 58**

*Propiedades Geométricas, de la Sección Típica Adoptada*

Ancho Superficial (l)	$(z_a + z_b) \cdot h$
Area ( $\pi$ )	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h^2}{2}$
Perímetro Mojado (P)	$(\sqrt{1 + z_a^2} + \sqrt{1 + z_b^2}) \cdot h$
Radio Hidráulico (R)	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h}{2 \cdot (\sqrt{1 + z_a^2} + \sqrt{1 + z_b^2})}$

Fuente : (Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador NEVI 12, 2012, p. 311)

Los coeficientes de talud de corte y relleno que se adopta para el diseño con los siguientes:

- Coeficiente de Talud de Corte ( $Z_a = 2.0$ )
- Coeficiente de Talud de Relleno ( $Z_b = 3.0$ )

#### **7.6.4.1.4 Velocidades Máximas y Mínimas**

En el diseño del drenaje longitudinal se debe tomar en cuentas las velocidades máximas que eviten la erosión del fondo del cauce y las velocidades mínimas que permitan la acumulación de sedimentos en la cuneta.

Las velocidades máximas y mínimas que se permiten en el diseño de cunetas longitudinales son las siguientes:

- Velocidad Máxima ( $V_{\text{máx.}} = 0.40 \text{ m/s}$ )
- Velocidad Mínima ( $V_{\text{min}} = 4.5 \text{ m/s}$ )

A continuación, se presenta en los siguientes Tablas, el diseño geométrico del drenaje longitudinal controlando las velocidades máximas y mínimas y el calado de los tramos 1 y 2 respectivamente.

**Tabla 110**

*Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo, lado Izquierdo*

<b>DISEÑO DE CUNETAS LONGITUDINALES, TRAMO 1, LADO IZQUIERDO</b>															
<b>ABS. Inicial</b>	<b>ABS. Final</b>	<b>m³/s</b>	<b>So</b>	<b>n</b>	<b>Za</b>	<b>Zb</b>	<b>h (m)</b>	<b>a(m²)</b>	<b>p (m)</b>	<b>r (m)</b>	<b>v (m/s)</b>	<b>Condición</b>	<b>m³/s</b>	<b>H (m)</b>	<b>T (m)</b>
0+000	0+960	0,19	2,30%	0,014	2	3	0,18	0,08	0,94	0,08	2,03	Cumple	0,16	0,21	0,88
	<b>Descarga 1</b>	<b>0,19</b>													
0+960	1+300	0,07	0,29%	0,014	2	3	0,17	0,07	0,91	0,08	0,70	Cumple	0,05	0,20	0,84
	<b>Descarga 2</b>	<b>0,07</b>													
		0,04	0,77%	0,014	2	3	0,13	0,04	0,70	0,06	0,96	Cumple	0,04	0,15	0,64
		0,13	0,77%	0,014	2	3	0,17	0,07	0,89	0,08	1,13	Cumple	0,08	0,20	0,83
1+300	4+780	0,02	0,77%	0,014	2	3	0,11	0,03	0,59	0,05	0,85	Cumple	0,03	0,13	0,54
		0,02	0,77%	0,014	2	3	0,09	0,02	0,51	0,04	0,78	Cumple	0,02	0,11	0,47
		0,00	0,77%	0,014	2	3	0,09	0,02	0,47	0,04	0,74	Cumple	0,01	0,10	0,44
	<b>Descarga 3</b>	<b>0,21</b>													
		0,08	0,77%	0,014	2	3	0,16	0,07	0,89	0,08	1,13	Cumple	0,08	0,20	0,82
4+780	5+300	0,03	0,77%	0,014	2	3	0,12	0,03	0,63	0,05	0,89	Cumple	0,03	0,14	0,58
		0,02	0,77%	0,014	2	3	0,11	0,03	0,57	0,05	0,84	Cumple	0,02	0,13	0,53
		0,02	0,77%	0,014	2	3	0,10	0,03	0,55	0,05	0,82	Cumple	0,02	0,12	0,51
	<b>Descarga 4</b>	<b>0,16</b>													

Elaborado por: los autores

**Tabla 111**

*Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo, lado Derecho*

DISEÑO DE CUNETAS LONGITUDINALES, TRAMO 1, LADO DERECHO															
ABS. Inicial	ABS. Final	m³/s	So	n	Za	Zb	h (m)	a (m²)	p (m)	r (m)	v (m/s)	Condición	m³/s	H (m)	T (m)
0+000	0+960	0,19	2,30%	0,014	2	3	0,18	0,08	0,95	0,08	2,04	Cumple	0,16	0,21	0,88
	<b>Descarga 1</b>	<b>0,19</b>													
0+960	1+300	0,07	0,29%	0,014	2	3	0,17	0,07	0,90	0,08	0,70	Cumple	0,05	0,20	0,83
	<b>Descarga 2</b>	<b>0,07</b>													
		0,16	0,77%	0,014	2	3	0,17	0,07	0,92	0,08	1,15	Cumple	0,08	0,20	0,85
		0,15	0,77%	0,014	2	3	0,16	0,06	0,86	0,07	1,11	Cumple	0,07	0,19	0,80
		0,02	0,77%	0,014	2	3	0,09	0,02	0,51	0,04	0,78	Cumple	0,02	0,11	0,47
1+300	4+780	0,13	0,77%	0,014	2	3	0,16	0,06	0,86	0,07	1,11	Cumple	0,07	0,19	0,80
		0,02	0,77%	0,014	2	3	0,09	0,02	0,51	0,04	0,78	Cumple	0,02	0,11	0,47
		0,01	0,77%	0,014	2	3	0,09	0,02	0,47	0,04	0,74	Cumple	0,01	0,10	0,43
		0,02	0,77%	0,014	2	3	0,11	0,03	0,57	0,05	0,84	Cumple	0,02	0,13	0,53
	<b>Descarga 3</b>	<b>0,50</b>													
		0,08	0,77%	0,014	2	3	0,16	0,06	0,87	0,07	1,11	Cumple	0,07	0,19	0,80
4+780	5+300	0,02	0,77%	0,014	2	3	0,11	0,03	0,57	0,05	0,84	Cumple	0,02	0,13	0,53
		0,02	0,77%	0,014	2	3	0,10	0,03	0,55	0,05	0,82	Cumple	0,02	0,12	0,51
	<b>Descarga 4</b>	<b>0,12</b>													

Elaborado por: los autores

**Tabla 112**

*Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo 2, lado Izquierdo*

<b>DISEÑO DE CUNETAS LONGITUDINALES, TRAMO 1, LADO IZQUIERDO</b>															
<b>ABS. Inicial</b>	<b>ABS. Final</b>	<b>m3/s</b>	<b>So</b>	<b>n</b>	<b>Za</b>	<b>Zb</b>	<b>h (m)</b>	<b>a (m<sup>2</sup>)</b>	<b>p (m)</b>	<b>r (m)</b>	<b>v (m/s)</b>	<b>Condición</b>	<b>m3/s</b>	<b>H(m)</b>	<b>T (m)</b>
1+740	1+940	0,04	1,53%	0,014	2	3	0,11	0,03	0,59	0,05	1,21	Cumple	0,04	0,13	0,55
	<b>Descarga 1</b>	<b>0,04</b>													
		0,12	1,53%	0,014	2	3	0,16	0,07	0,88	0,08	1,58	Cumple	0,10	0,20	0,81
1+940	2+200	0,01	1,53%	0,014	2	3	0,07	0,01	0,40	0,03	0,93	Cumple	0,01	0,09	0,37
	<b>Descarga 3</b>	<b>0,01</b>													
		0,03	2,48%	0,014	2	3	0,09	0,02	0,49	0,04	1,36	Cumple	0,03	0,11	0,46
2+200	2+800	0,01	2,48%	0,014	2	3	0,07	0,01	0,38	0,03	1,14	Cumple	0,01	0,08	0,35
	<b>Descarga 4</b>	<b>0,04</b>													

Elaborado por: los autores

**Tabla 113**

*Diseño de Cunetas longitudinales, Tramo 2, lado Derecho*

<b>DISEÑO DE CUNETAS LONGITUDINALES, TRAMO 1, LADO IZQUIERDO</b>															
<b>ABS. Inicial</b>	<b>ABS. Final</b>	<b>m3/s</b>	<b>So</b>	<b>n</b>	<b>Za</b>	<b>Zb</b>	<b>h (m)</b>	<b>a (m²)</b>	<b>p (m)</b>	<b>r (m)</b>	<b>v (m/s)</b>	<b>Condición</b>	<b>m3/s</b>	<b>H(m)</b>	<b>T (m)</b>
1+740	1+940	0,010	1,53%	0,014	2	3	0,07	0,01	0,38	0,03	0,90	Cumple	0,01	0,08	0,35
	<b>Descarga 1</b>	<b>0,010</b>													
1+940	2+200	0,012	1,53%	0,014	2	3	0,08	0,02	0,45	0,04	1,00	Cumple	0,02	0,10	0,41
	<b>Descarga 2</b>	<b>0,012</b>													
		0,147	2,48%	0,014	2	3	0,16	0,06	0,86	0,07	1,98	Cumple	0,13	0,19	0,80
		0,027	2,48%	0,014	2	3	0,09	0,02	0,49	0,04	1,36	Cumple	0,03	0,11	0,45
2+200	2+800	0,047	2,48%	0,014	2	3	0,11	0,03	0,59	0,05	1,54	Cumple	0,05	0,13	0,55
		0,012	2,48%	0,014	2	3	0,07	0,01	0,37	0,03	1,13	Cumple	0,01	0,08	0,35
	<b>Descarga 3</b>	<b>0,234</b>													

Elaborado por: los autores

#### **7.6.4.2    Diseño de Alcantarillas**

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de sub rasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 279).

El diametro para alcantarillas de caminos vecinales o de desarrollo debera ser al menos 1,0 m, si la longitud de la obra es mayor a 10 m. En las demas categorias de caminos y carreteras el diametro minimo sera de 1.20 m (Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador NEVI 12, 2012, p. 270).

Los elementos constitutivos de una alcantarilla son :

- El ducto
- Los Cabeales
- Los muros de ala en la entrada y salida

De acuerdo a la forma de la seccion transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser:

- Circulares
- Rectangulres
- De arco
- Bovedas
- Ductos Multiples



### 7.6.4.3 Cálculo Hidráulico de Alcantarillas

Para determinar el caudal de diseño de una alcantarilla circular parcialmente llena se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{1}{n} \Omega R^{2/3} i^{1/2} \quad \text{Ecu 35}$$

Donde:

- Q: gasto, m<sup>3</sup>/s;
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional, Ármico: 0.0024
- $\Omega$ : área de la sección, m<sup>2</sup>
- i: Pendiente longitudinal del fondo del cauce, m/m.

La ecuación 35 que se utiliza para la determinación del caudal de diseño, uno de los factores que intervienen, es el coeficiente de rugosidad de Manning, el cual, es un valor adimensional, determinado para cada tipo de material.

#### Figura 59

*Coeficientes de Rugosidad de Manning, para materiales usados en alcantarillas*

Materiales	n
a) Hormigón	0,012
b) Metal corrugado:	
- Ondulaciones estándar (68 mm x 13 mm)	0,024
- Revestido en un 25%	0,021
- Totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones medianas (76 mm x 25 mm)	0,027
- 25 % revestido	0,023
- totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones grandes (152 mm x 51 mm)	variable
- 25 % revestido	0,026
- totalmente revestido	0,012

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012, p. 287)

**Tabla 114**

*Diseño de Alcantarillas Tramo I*

N°	Abs	Caudal Diseño	Cotas			Características Físicas			Tubería llena		Datos Hidráulicos								Verificación	
			Terreno	Entrada	Salida	I	D	n	V	Q	y	θ	W	X	R	T	V	Q	80* <b>D</b>	V
	m	m³/s	msnm	msnm	msnm	%	m		m/s	m³/s	m		m²	m	m	m	m/s	m³/s		
1	0+960	1,48	388,84	388,04	387,84	1,71%	1,2	0,024	2,44	2,76	0,63	3,22	0,60	1,93	0,31	1,20	2,48	1,48	ok	ok
2	1+300	1,42	388,87	388,07	387,87	1,71%	1,2	0,024	2,44	2,76	0,61	3,17	0,58	1,90	0,30	1,20	2,46	1,42	ok	ok
3	2+480	1,71	389,26	388,46	388,26	1,71%	1,2	0,024	2,44	2,76	0,68	3,42	0,67	2,05	0,32	1,19	2,57	1,71	ok	ok
4	3+000	1,49	383,09	382,29	382,09	1,71%	1,2	0,024	2,44	2,76	0,63	3,23	0,60	1,94	0,31	1,20	2,49	1,49	ok	ok

Elaborado por: los autores

**Tabla 115**

*Diseño de Alcantarillas Tramo II*

Nº	Abs	Caudal Diseño	Cotas			Características Físicas			Tubería llena		Datos Hidráulicos								Verificación	
			Terreno	Entrada	Salida	I	D	n	V	Q	y	θ	W	X	R	T	V	Q	80*D	V
			msnm	msnm	msnm	%	m		m/s	m³/s	m		m²	m	m	m	m/s	m³/s		m/s
1	0+200	0,97	386,21	385,41	385,21	1,7%	1,2	0,024	2,44	2,76	0,49	2,8	0,43	1,66	0,26	1,18	2,22	0,97	ok	ok
2	0+460	1,32	383,34	382,54	382,34	1,7%	1,2	0,024	2,44	2,76	0,584	3,1	0,55	1,85	0,29	1,20	2,41	1,32	ok	ok
3	1+040	1,30	371,12	370,32	370,12	1,7%	1,2	0,024	2,44	2,76	0,58	3,1	0,54	1,84	0,29	1,20	2,41	1,30	ok	ok

Elaborado por: los autores

#### 7.6.4.4 Alcantarillas con Control de Entrada

El control de entrada significa que la capacidad de una alcantarilla está determinada en su entrada por la profundidad de remanso ( $H_e$ ) y por la geometría de la embocadura, que incluye la forma y área de la sección transversal del conducto y el tipo de arista de aquella (Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador, 2012, p. 276).

Para determinar la altura de entrada ( $H_e$ ) se utiliza la siguiente expresión:

$$H_e = h_v + h_e + h_f \quad Ecu\ 36$$

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \quad Ecu\ 37$$

$$h_e = k_e * \frac{v^2}{2g} \quad Ecu\ 38$$

$$h_f = L * \frac{v^2 * n^2}{R^{4/3}} \quad Ecu\ 39$$

Donde:

- $H_e$ : Altura de Entrada
- $h_v$ : Perdida de Carga de velocidad
- $h_e$ : Perdida de carga local
- $h_f$ : Perdida de cargas por Fricción
- $k_e$ : Coeficiente de entrada.  $K_e=0.30$
- $v$ : velocidad de flujo, m/s
- $R$ : Radio Hidráulico
- $g$ : Aceleración de la Gravedad, m/s<sup>2</sup>
- $n$ : Coeficiente de Rugosidad de Manning
- $L$ : longitud de la Tubería

(Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador NEVI 12, 2012)

A continuación, se indica en las siguientes tablas la altura de entrada de las alcantarillas tanto del tramo I como del II respectivamente.

**Tabla 116**

*Determinación de la Altura de Entrada (He), de las alcantarillas, del Tramo I*

Nº	Abscisa	Calculo de Perdidas										Verificacion
		n	D	V	L	R	he	hv	hf	He	Yc	Yc < Ymax
	m	Manning	m	m/s	m	m	m	m	m	m	m	
1	0+200	0,024	1,2	2,48	11,7	0,307745	0,09428	0,314276	0,2	0,61	0,66	ok
2	0+460	0,024	1,2	2,46	11,7	0,303149	0,09241	0,308034	0,2	0,60	0,65	ok
3	1+040	0,024	1,2	2,57	11,7	0,324302	0,10111	0,337019	0,2	0,64	0,71	ok
4	3+000	0,024	1,2	2,49	11,7	0,308346	0,09453	0,315095	0,2	0,61	0,66	ok

Elaborado por: los autores

**Tabla 117**

*Determinación de la Altura de Entrada (He), de las alcantarillas, del Tramo II*

Nº	Abscisa	Calculo de Perdidas										Verificacion
		n	D	V	L	R	he	hv	hf	He	yc	Yc < Ymax
	m	Manning	m	m/s	m	m	m	m	m	m	m	
1	0+200	0,024	1,2	2,22488	11,7	0,26	0,07569	0,252298	0,20	0,53	0,54	ok
2	0+460	0,024	1,2	2,413143	11,7	0,294821	0,08904	0,296802	0,20	0,59	0,63	ok
3	1+040	0,024	1,2	2,405926	11,7	0,29350	0,08851	0,29503	0,20	0,58	0,62	ok

Elaborado por: los autores

## **CAPÍTULO VIII**

### **8 SEÑALIZACIÓN**

Una señalización vial permanente bien diseñada, se reflejará directamente en un alto nivel de seguridad vial de una carretera o camino, lo que será muy valorado por los usuarios. Por lo tanto, debe ser uno de los aspectos importantes a considerar durante el desarrollo de un Proyecto vial (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR , 2013, p. 148).

En el presente proyecto se realizará dos tipos de señalizaciones (Horizontal y vertical), que permitan al conductor brindar, información de orden geográfico, turístico, cultural y advertir del uso de la vía.

#### **8.1 Señalización Horizontal**

La señalización horizontal corresponde a demarcaciones tipo líneas, símbolos, letras u otras, entre las que se incluyen las tachas retro reflectantes, complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito. La señalización horizontal se ubica sobre la calzada, logrando transmitir su mensaje al conductor sin que este distraiga su atención del carril en el que circula. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR , 2013, p. 180).

El diseño de la señalización Horizontal, debe satisfacer las siguientes condiciones que se presentan a continuación:

“Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retroreflectividad o iluminación se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion (INEN), 2011, p. 4).

“Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 4).

“Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado la reacción” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 4).

“Su tamaño, forma y mensaje concuerde con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 4).

“Sus características de color y tamaño se aprecian de igual manera durante el día, la noche y periodos de visibilidad limitada” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion ,2011, p. 4).

La señalización horizontal de acuerdo con el INEN posee la siguiente clasificación:

### ***8.1.1 Clasificación según su forma***

#### **8.1.1.1 Líneas Longitudinales**

“Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 5).

#### **8.1.1.2 Líneas de Separación de flujos opuestos**

Siempre serán de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de carriles para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el eje central.

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 10).

Este tipo de líneas se sub dividen en:

##### ***8.1.1.2.1 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta***

“Estas líneas deben ser de color amarilla, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 11).

A continuación, en la tabla 97 se presenta el ancho de la línea segmentada y sus características que están en función de la velocidad de diseño.

**Tabla 118**

*Relación señalización lineal de separación de circulación opuesta segmentada*

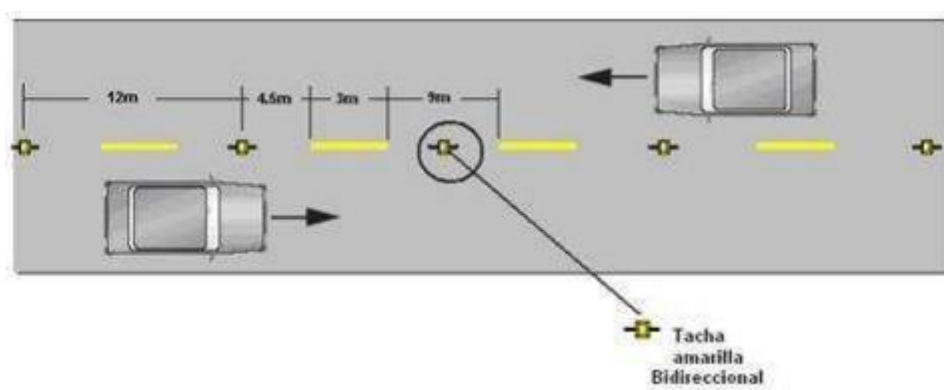
Velocidad máxima de la vía (Km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización Brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - - 9
<b>Mayor a 50</b>	<b>150</b>	<b>12,00</b>	<b>3 - - 9</b>

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2011, p. 11)

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas segmentadas de separación.

**Figura 60**

*Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2011, p. 11)

#### **8.1.1.2.2 Doble línea continua (línea de barrera):**

Las líneas de separación de carriles de circulación opuesta continuas dobles consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm. Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos o virajes a la izquierda en forma segura.

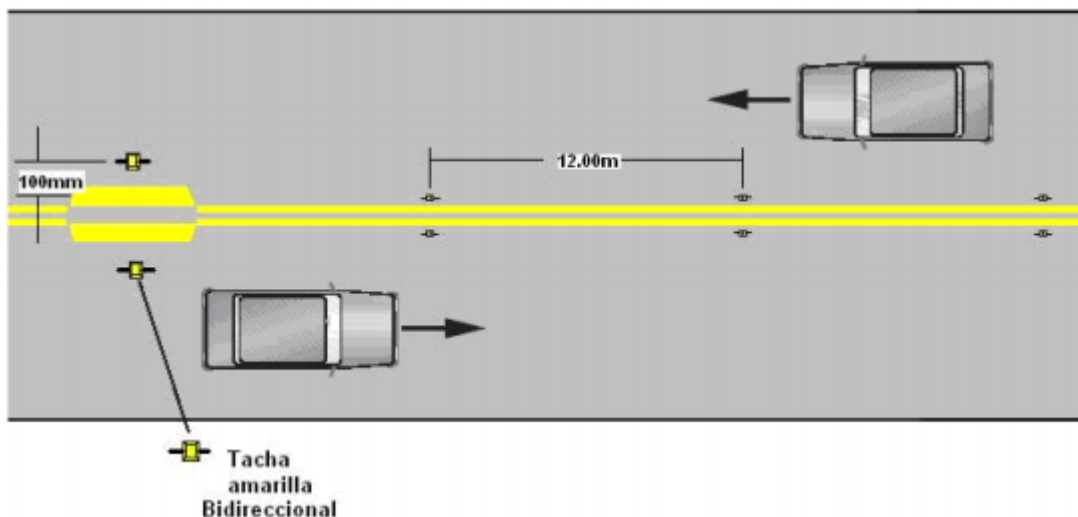
(Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2011, p. 12)



En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas continuas o también conocida como línea de barrera.

**Figura 61**

*Doble línea continua(línea barrera),con ejemplo de tachas a 12.0 m*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 12)

#### **8.1.1.2.3 Doble línea mixta**

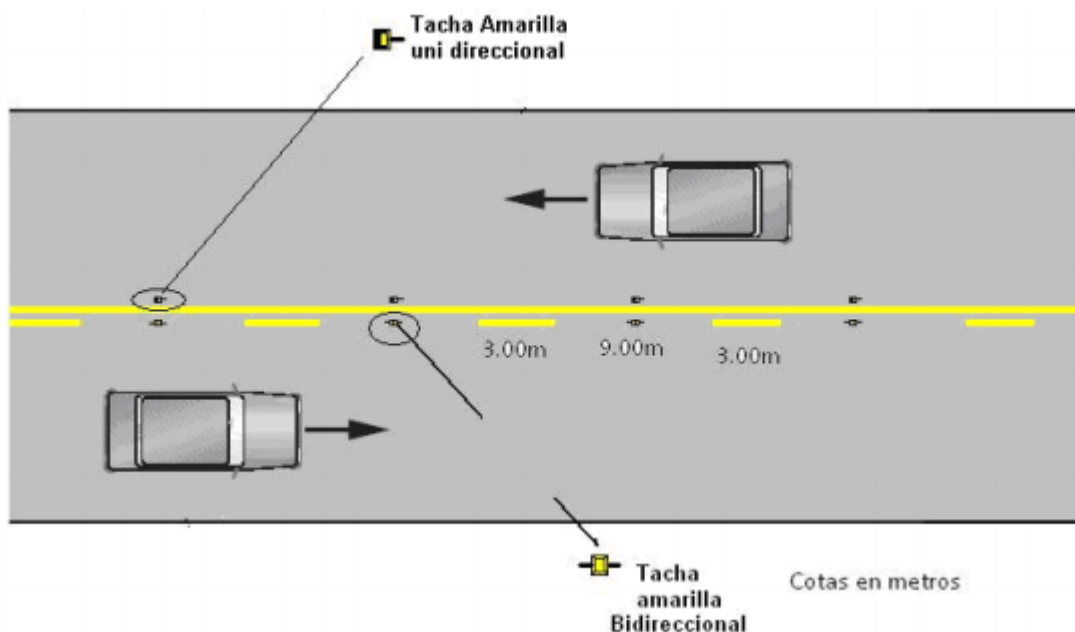
Consiste en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, de un ancho mínimo de 100 mm cada una, separadas por un espacio de 100 mm. Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar desde la línea segmentada para realizar rebasamientos; es prohibido cruzar desde la línea continua para realizar rebasamientos.

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 12)

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas mixtas: continua y segmentada.

**Figura 62**

*Doble línea mixta: continua y segmentada*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 13)

### **8.1.1.3 Líneas de separación de carriles**

Las líneas de separación de carril contribuyen a ordenar el tráfico y posibilitan un uso más seguro y eficiente de las vías, especialmente en zonas congestionadas. Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección, y son de color blanco, indicando la senda que deben seguir los vehículos.

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 18)

Este tipo de línea se subdivide en:

#### **8.1.1.3.1 Línea segmentada vía de dos carriles**

“La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de separación de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 18).

**Tabla 119**

*Relación señalización / línea de espaciamiento de carril*

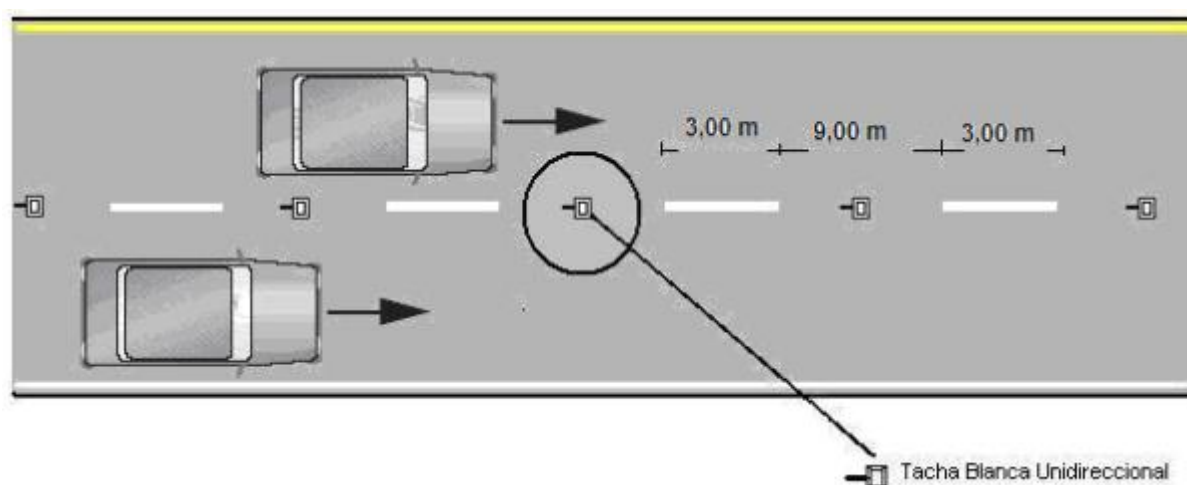
Velocidad máxima de la vía (Km/h)	Ancho de la línea (mm)	Longitud de la línea pintada (m)	Espaciamiento de línea (m)
Menor o igual a 50	100	3,00	9,00
<b>Mayor a 50</b>	<b>150</b>	<b>3,00</b>	<b>9,00</b>

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 19)

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas de espaciamiento de carril

**Figura 63**

*Líneas de separación de carriles segmentados*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 19)

#### **8.1.1.3.2** *Líneas de separación de carril continuas*

“Las líneas de separación de carril continuas se utilizan para segregar ciclo vías y carriles de solo BUS del resto del flujo vehicular en el mismo sentido de circulación y son de color blanco”

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 19)

#### 8.1.1.4 Líneas de borde de calzada

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de este. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas señalizaciones son la única orientación con que aquella cuenta, por lo que son imprescindibles en carreteras, vías rurales y perimetrales.

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 22)

Este tipo de líneas se subdividen de la siguiente manera:

##### 8.1.1.4.1 Líneas de borde de calzada continua

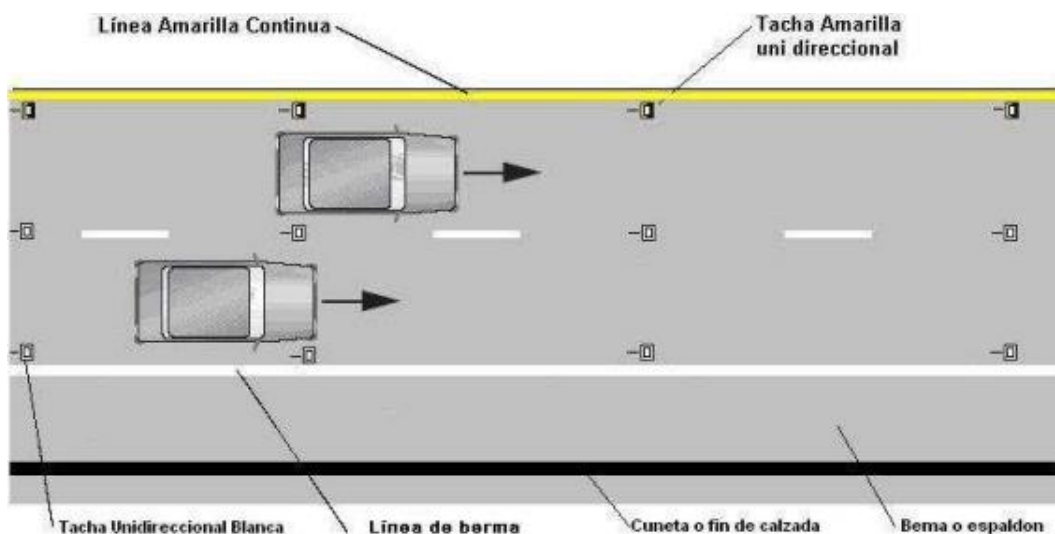
“Estas líneas continuas son las más usadas para señalar el borde de la calzada; su ancho mínimo en vías urbanas debe ser de 100 mm y en autopistas y carreteras de 150 mm”

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 23)

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas continuas de borde, con espaldón y sin espaldón.

**Figura 64**

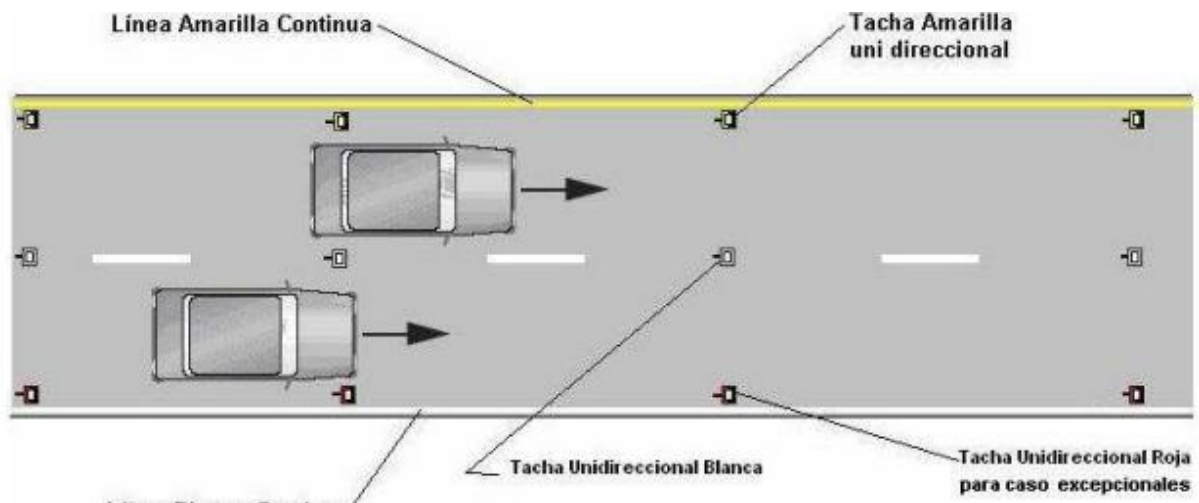
*Líneas continuas de borde, con espaldón o berma*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 23)

**Figura 65**

*Líneas continuas de borde , sin espaldón o berma*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, pág. 24)

#### **8.1.1.4.2 Líneas de prohibición de estacionamiento**

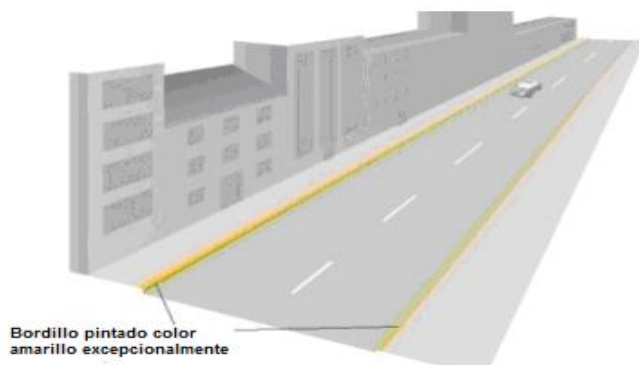
: “Esta señalización indica la prohibición de estacionar permanentemente a lo largo de un tramo de vía a menos que se indique un horario de restricción, su color amarillo, y debe ser desmarcada sobre la calzada junto a los bordillos”

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 24)

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas de prohibición de estacionamiento en bordillo

**Figura 66**

*Línea de prohibición de estacionamiento en bordillo*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 25)

#### **8.1.1.4.3      *Transiciones por reducción o ampliaciones de carriles***

Cuando el ancho de la calzada se reduce o aumenta el número de carriles disponibles, se debe señalizar una zona de transición con líneas de separación y de borde de calzada convergentes que indiquen al conductor dicha reducción o aumento siempre debe terminarse al carril derecho. (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 25)

#### **8.1.1.5      **Líneas Transversales****

“Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalizar sendas destinadas al cruce de peatones o bicicletas”

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 5).

Las líneas transversales se dividen de la siguiente manera:

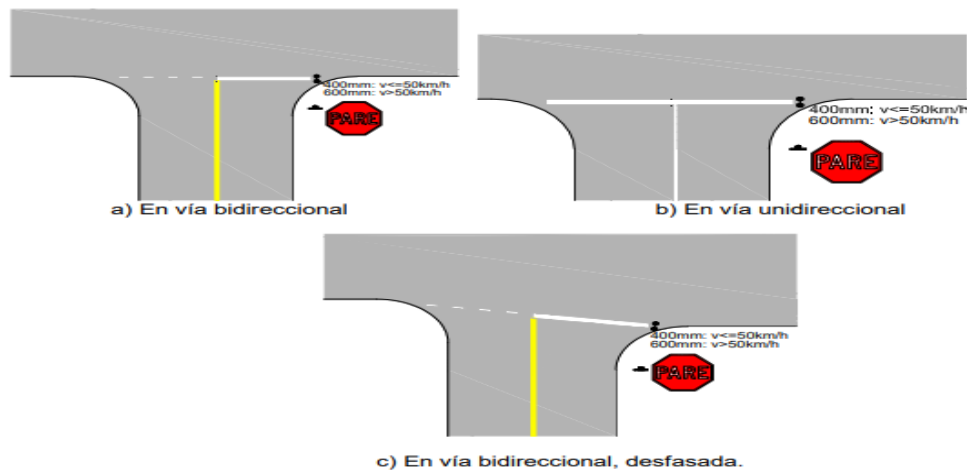
##### **8.1.1.5.1      *Líneas de Pare***

Es una línea continua demarcada en la calzada ante la cual los vehículos deben detenerse. En vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 Km/h el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 27)

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas pare en intersecciones con señal vertical de pare

### Figura 67

*Línea de pare en intersecciones con señal vertical de pare*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 28)

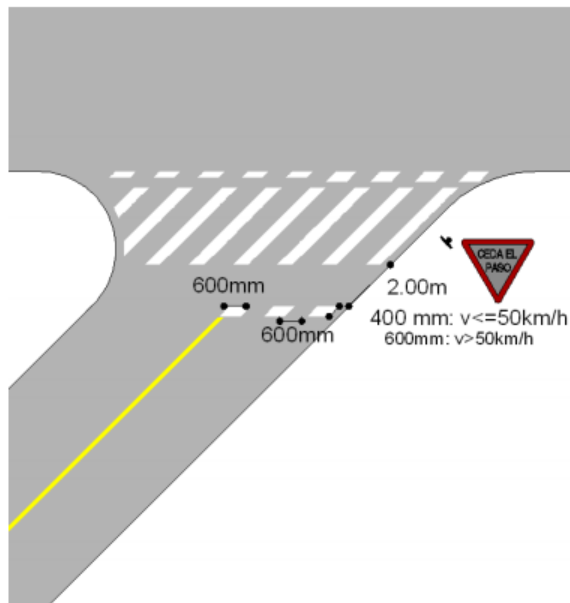
#### 8.1.1.5.2 Línea de ceda el paso

Esta línea indica la posición segura para que el vehículo se detenga, si es necesario. Es una línea segmentada de 600 mm pintado con espaciamiento de 600 mm, en vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 Km/h el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm, demarcada a través de un carril que se aproxima a un dispositivo de control de tránsito (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 33)

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas de ceda de paso en una vía Bi direccional.

**Figura 68**

*Ceda el Paso en vía Bi direccional*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 34)

#### **8.1.1.5.3 Línea de detención**

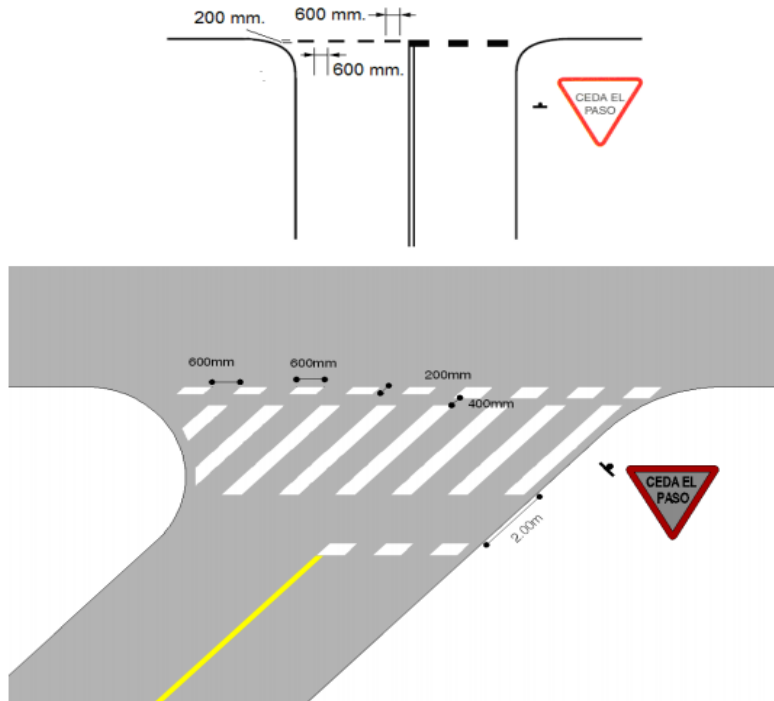
Esta línea indica a los conductores que viran en una intersección, el lugar donde deben detenerse y ceder el paso a los peatones; y, al peatón el sendero seguro de cruce. Es una línea segmentada de 600 mm por 200 mm de ancho, con espaciamiento de 600 mm. Se desmarca en intersecciones controladas con señales de pare o ceda el paso a través del lado izquierdo en la aproximación de una vía menor y alineada con la línea de pare o ceda el paso (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 39).



En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas de detención

**Figura 69**

*Línea de detención*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 39)

#### **8.1.1.5.4 Línea de cruce peatonal**

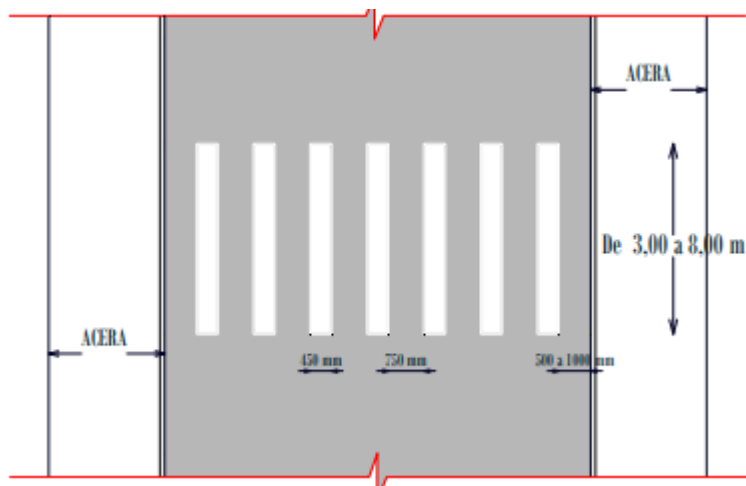
“Indica la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada; se demarcaran en todas las zonas donde existe un conflicto peatonal y vehicular, y/o donde existen altos volúmenes peatonales” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 39).

Está constituida por bandas paralelas al eje de calzada de color blanco, con una longitud de 3,00 m a 8,00 m, ancho de 450 mm y la separación de bandas de 750 mm. Se debe iniciar la señalización a partir del bordillo o borde de la calzada a una distancia entre 500 mm y 1000 mm, tendiendo al máximo posible, esta distancia se utilizará para ajustar al ancho de la calzada (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 40).

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica las líneas de cruce peatonal.

**Figura 70**

*Líneas de cruce cebra*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 40)

#### **8.1.1.6 Símbolos y Leyendas**

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. En este tipo de señalización se incluyen leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL entre otros.

(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 5).

#### **8.1.2 Clasificación según su Altura**

Son señalizaciones de más de 6 mm y hasta 200 mm de altura, utilizadas para complementar la señalización horizontal. El hecho de que esta señalización sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los focos de los vehículos, aun en condiciones de lluvia, situación en la cual generalmente, la señalización plana no es eficaz (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 5).

## **8.2 Señalización vertical**

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones destinos y puntos de interés; los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color. El mensaje de la señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de las dos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2011, p. 6).

### ***8.2.1 Clasificación de señales verticales y sus funciones***

#### **8.2.1.1 Señales regulatorias (Código R)**

“Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal” (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2011, p. 7).

Las señales regulatorias R se clasifican de la siguiente manera como se muestra a continuación:

##### ***8.2.1.1.1 Pare (R1-1)***

Se instala en las aproximaciones a las intersecciones, donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, y obliga a parar al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección. Su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente el vehículo y que reanuden la marcha solo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2011, p. 16).

**Figura 71**

*Señalización vertical de Pare*



**R1 - 1**

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 16)

**8.2.1.1.2 Ceda el Paso (R1-2)**

“Se utiliza en aproximaciones a intersecciones donde el tráfico que debe ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tráfico de la vía mayor (principal)” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 17).

**Figura 72**

*Señalización vertical de seda el Paso*



**R1-2**

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	
		Línea 1	Línea 2
R1 - 2A	750	120 En	100 Da
R1 - 2B	900	140 En	120 Da
R1 - 2C	1200	160 En	140 Da

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 17)

#### 8.2.1.1.3 No virar en U (R2-8)

Esta señal indica al conductor que no puede virar y regresar por la vía en que venía. Se emplea cuando el viraje en “U” puede ocasionar congestión y peligro a los flujos de tránsito; o, cuando el radio de giro es pequeño y la maniobra constituye un factor de riesgo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 22).

**Figura 73**

*Señalización vertical (No girar en U)*



**R2-8**

Código No.	Dimensiones (mm)
R2-8A	600 x 600
R2-8B	750 x 750
R2-8C	900 x 900

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 22)

#### 8.2.1.1.4 No rebasar

“Esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar la maniobra de rebasamiento en vía con un solo carril de circulación en cada sentido” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 24).

**Figura 74**

*Señalización Vertical, No rebasar*



**R2-13**

Código No.	Dimensiones (mm)
R2-13 A	600 x 600
R2-13 B	900 x 900
R2-13 C	1200 x 1200

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 24)

#### 8.2.1.1.5 Límite máximo de velocidad (R4-1)

“Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía, cuando dicho límite difiere de los establecidos en la ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial y su reglamento general de aplicaciones” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 36).

**Figura 75**

*Señalización vertical, límite máxima de velocidad*



**R4-1**

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 36)

#### 8.2.1.2 Señales preventivas (Código P)

“Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 7).

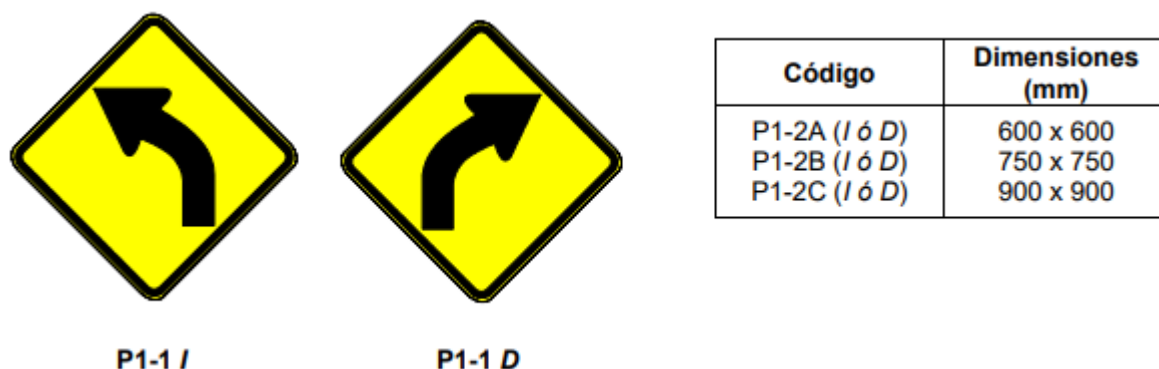
Las señales preventivas P se clasifican de la siguiente manera como se muestra a continuación:

##### 8.2.1.2.1 Curva abierta a la izquierda (P1-2I) derecha / (P1-2D)

“Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecha” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p. 51).

**Figura 76**

*Señalización vertical, curva abierta a la izquierda y derecha*



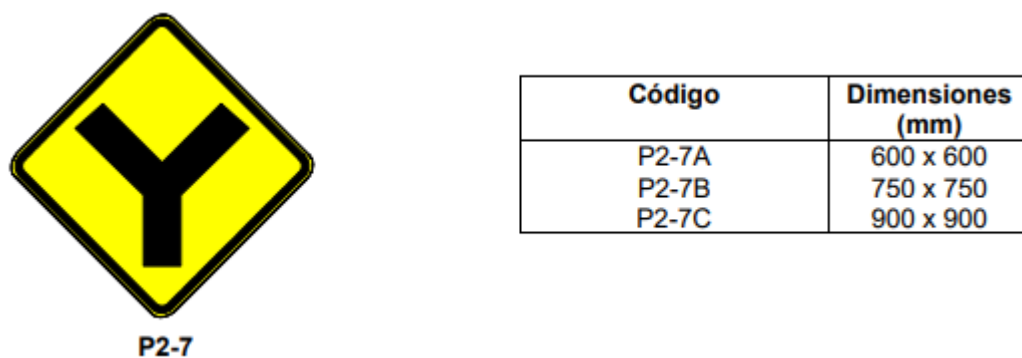
Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 51)

#### **8.2.1.2.2      Bifurcacion en “Y” (P2-7)**

“Esta señal previene al conductor de la existencia delante de una bifurcación de la vía en la que circula” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 56).

**Figura 77**

*Señalización vertical, Bifurcación en Y*



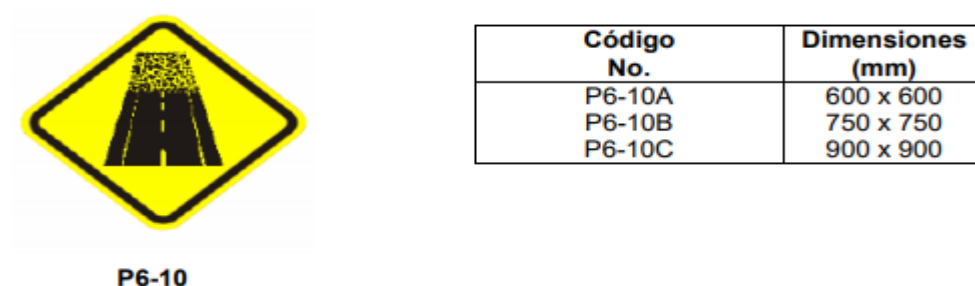
Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 57)

#### **8.2.1.2.3      Fin de pavimento (P6-10)**

“Esta señal debe utilizarse para advertir la terminación próxima de la calzada asfaltada” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 78).

**Figura 78**

*Señalización Vertical, Fin del pavimento*



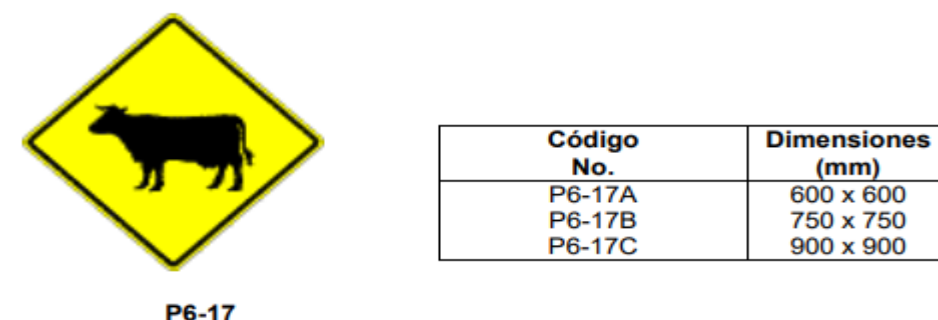
Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 78)

#### **8.2.1.2.4 Animales en la vía (P6-17)**

“Esta señal debe utilizarse para advertir la probable presencia de animales en la vía, sean estos domésticos o de ganado” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 81).

**Figura 79**

*Señalización vertical, Animales en la vía*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 81)

#### **8.2.1.3 Señales de Información (Código I)**

“Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 7).

Generalmente este tipo de señalizaciones son instaladas en los siguientes sitios:

- Antes de llegar a una intersección donde dos vías arteriales se unen o cruzan
- Antes de intersecciones donde una ruta arterial vira
- Antes de rutas sub- arteriales que se unan con rutas arteriales



- Antes de intersecciones donde una ruta arterial pueda ser confundida con otra vía

El destino a indicarse debe ser la próxima ciudad de importancia en la ruta a seguir, y de preferencia debe ser de fácil identificación por parte de los conductores o figurar prominentemente en la mayoría de los mapas de vías. (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 95).

**Figura 80**

*Señalización vertical, Señales de advertencia de destino*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 95)

#### **8.2.1.4 Señales especiales delineadoras (Código D)**

“Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía o la presencia de una obstrucción en la misma” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 7).

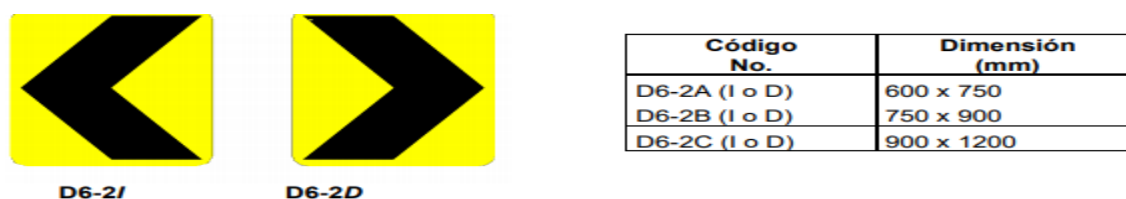
Las señales delineadoras D se clasifican de la siguiente manera como se muestra a continuación:

##### **8.2.1.4.1 Alineamiento horizontal (D6 - 1I) o (D6 - 1D)**

“Esta señal se utiliza para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación que debe seguir el conductor. Se utiliza en radio de curvas cerradas pudiendo ser a izquierda o derecha según el alineamiento de la curva” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 133).

**Figura 81**

*Señalización vertical, Delineadores de curva horizontal*

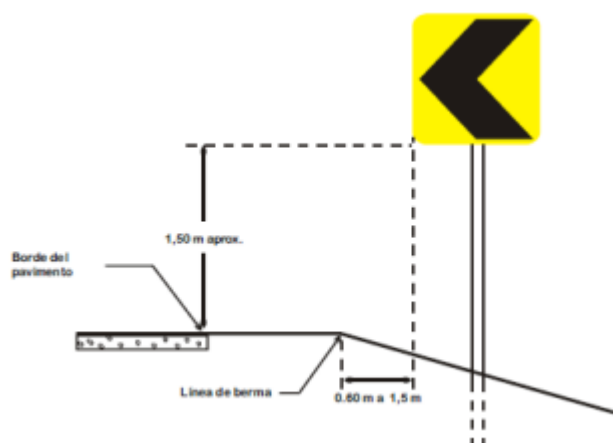


Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 134)

Los delineadores de curva horizontal deberán colocarse en postes similares a los utilizados para las señales verticales, a una altura aproximadamente 1.50 m.

**Figura 82**

*Señalización vertical, Delineadores de curva horizontal*

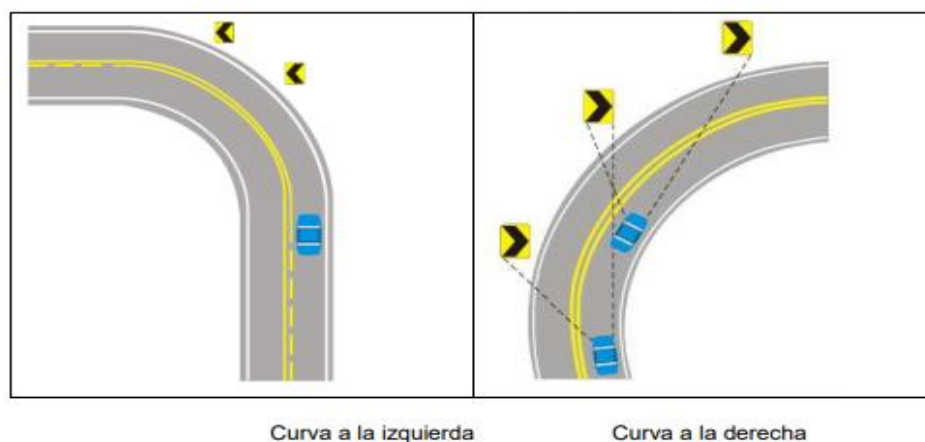


Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 135)

En curvas y en las tangentes de entrada y salida de estas, el espaciamiento de los delineadores de curva horizontal deberá ser tal que sean visibles para el conductor, como mínimo, tres delineadores a la vez.

**Figura 83**

*Señalización vertical, Ubicación longitudinal de los delineadores de curva horizontal*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 137)

#### **8.2.1.5 Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T)**

“Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion,2011,p. 7).

### **8.3 Reductores de Velocidad**

Son elementos, reformas geométricas, materiales de pavimento, dispositivos contruidos o fijados en la calzada, que sirven para disminuir la velocidad de diseño y operación a velocidades más bajas y seguras para proteger a los peatones, sin llegar a la detención o parada total del vehículo; también para desincentivar la utilización de ciertas vías por seguridad (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p.76).

Existen dos tipos de reductores de velocidad que presentan a continuación:

- Tipo I, Reformas geométricas
- Tipo II, Resaltos (Resalto y resalto con paso cebra)

Los reductores de velocidad tipo Resaltos, son los que se van a utilizar en el presente proyecto el cual se describe a continuación.

### 8.3.1 *Resalto*

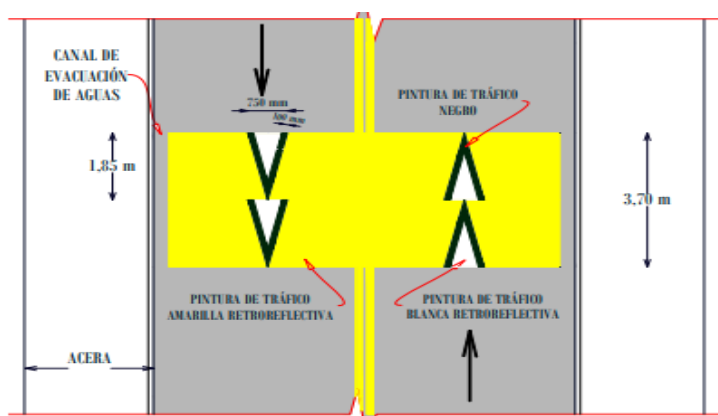
Este dispositivo podrá utilizarse en zonas escolares, en intersecciones con altos índices de accidentabilidad; en cruces donde es necesario proteger al flujo peatonal y en diversos tipos de vías donde sea indispensable disminuir la velocidad, aproximadamente a no más de 25 km/h con que circulan los vehículos; para disminuir el riesgo de accidentes y elevar el margen de seguridad vial en el sector, debiendo cumplir con todos los requisitos detallados en este Reglamento Técnico Ecuatoriano (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 84).

“Los reductores de velocidad no deben ser instalados en vías y carreteras principales, en vías arteriales y carreteras de primer orden; en curvas verticales y horizontales o en vías con pendientes mayores al 8%” (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 84).

A continuación, en la siguiente figura se indica la forma del resalto que se colocara en la vía como reductor de velocidad.

**Figura 84**

*Resalto en calzada bidireccional de circulación*



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2011, p. 85)

## **8.4 Especificaciones Técnicas y Normativas INEN**

La señalización horizontal y vertical que se ejecutara en la vía, que une a las comunidades 22 de marzo y 25 de abril con la zona urbana del cantón Loreto, deben cumplir con las especificaciones técnicas que se encuentran descritas en la norma NEVI y que se detallan a continuación (VER ANEXO N° 11 Planos de Señalización):

### **8.4.1 *Señalización Horizontal***

Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos. Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidos por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional (Ministerio de Transportes y Obras Publicas del Ecuador, 2012, p. 757).

### **8.4.2 *Señalización vertical***

Cada una de las señales deben cumplir con cada uno de los requisitos indicados en el RTE INEN 004, como es su diseño, altura y ubicación.

## **8.5 Materiales a ser Utilizados en la Señalización Horizontal y Vertical**

Los materiales a ser utilizados para las señalizaciones horizontales y verticales en la vía se presentan a continuación:

### **8.5.1 *Pinturas para señalamiento del tránsito***

La pintura empleada para señalamiento del tránsito será del tipo apropiado para la aplicación en superficies que soportan tráfico, tales como pavimentos rígidos y flexibles, adoquines y mampostería o muros de hormigón de cemento hidráulico. Se aceptará solamente pintura de color blanco o amarillo para este

propósito, la cual debe cumplir lo establecido en la norma INEN 1.042 (Ministerio de Transportes y Obras Publicas del Ecuador, 2012, p. 980).

### **8.5.2 *Lamina de las señales***

Serán de aluminio anodizado de 2 mm irán montadas en postes de tubo cuadrado de hierro galvanizado de 50,8 mm de lado y 2 mm de espesor. Para el caso de delineadores de curva (chevrone) los postes serán del mismo tipo, pero las láminas de 3 mm de espesor y el poste tendrá la altura necesaria para que la parte baja de la señal este a 1.5 m por encima del nivel de la calzada (Ministerio de Transportes y Obras Publicas del Ecuador, 2012, p. 768).

### **8.5.3 *Postes***

#### **8.5.3.1 Postes metálicos**

Serán contruidos de tubos de acero o perfiles estructurales y deben cumplir los requisitos estipulados en el numeral 823-2 de estas especificaciones. Los postes podrán ser galvanizados o pintados, según se indique en las disposiciones especiales. Sus dimensiones serán indicadas en los planos (Ministerio de Transportes y Obras Publicas del Ecuador, 2012, p. 985).

## CAPÍTULO IX

### 9 EVALUACION AMBIENTAL

#### 9.1 Marco legal Ambiental

La Constitución del Ecuador vigente desde el año 2008, incluye varios artículos destinados a la protección, control y cuidado del medio ambiente como derechos de la “pacha mama” tierra madre.

- **Artículos 14**, Capítulo segundo- Derechos del buen vivir - Sección segunda- Ambiente sano.

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Además, se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el título VII, Régimen del Buen Vivir, capítulo segundo de la Constitución se habla de la, Biodiversidad y Recursos Naturales.

En el título VII Régimen del Buen Vivir, capítulo segundo de la Constitución se habla de la, Biodiversidad y Recursos Naturales, el Art 395 por su parte expone que la Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

- El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
- Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.

- El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
- En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

### ***9.1.1 Marco Legal y sus Artículos Correspondientes***

A continuación, se presenta el marco referencial legal que rige en el país para las obras civiles a las cuales se sujetan los proyectos.

- **Constitución de la República del Ecuador**

Publicado en el Registro Oficial N° 449 del 20 de octubre de 2008. Art.14, 15, 66, 71, 86, 87, 88, 89, 91, 397.

- **Codificación de la Ley de Gestión Ambiental N° 19, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 418, de 10 de septiembre de 2004.**

Establece los principios y directrices de política ambiental; determina obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

- **Ley De Gestión Ambiental, Codificación 19, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de septiembre del 2004.** Art. 12, 19, 20, 21.
- **Ley de Gestión Ambiental, Codificación 19, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de septiembre del 2004 de la Información y Vigilancia Ambiental.** Art. 40, 43, 44, 45.
- **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental** (Publicada en el Registro Oficial 418 del 10 de septiembre del 2004). Art. 11, 16, 20.



- **Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental** (Corresponde al Título IV del TULSMA) Publicado en la Edición Especial No. 2 del 31 de marzo de 2003). Art. 57, 59, 62, 64, 66, 69, 70, 71, 88, 89, 92.
- **Ley de Caminos - Publicado en el Decreto Supremo 1351**, Registro Oficial N° 285 del 7 de Julio de 1964.
- **Ley Orgánica de Salud** (Publicada en el Suplemento del Registro Oficial 423 del 22 de diciembre del 2006). Art. 15, 16, 95.
- **Código del Trabajo** (Publicado en el Suplemento del Registro Oficial 167 del 16 de diciembre del 2005), Art. 42.
- **Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo** (Publicado en el Registro Oficial 137 del 9 de agosto del 2000), Art, 1, 7, 11, 13, 14.
- **Código Penal - Publicado en el Registro Oficial, Suplemento N° 147, del 22 de enero de 1971**. Desde el año 2000 se incluye los “Delitos contra el Medio Ambiente”. Contiene hasta la reforma del 18 de marzo del 2011, Actualizado a junio 2011

## **9.2 Antecedentes**

El gobierno autónomo descentralizado de la provincia de Orellana del Cantón Loreto con el objetivo de brindar una movilidad adecuada a los pobladores de las comunidades 22 de Marzo y 25 de Abril que conecta con el Barrio el Triunfo, se procede a realizar el diseño vial con una longitud de 6 km de vía asfaltada de pavimento flexible, mediante el tráfico promedio diaria anual (TPDA), se obtuvo un resultado que la vía es de clase tipo III de función Colectora, lo cual se realizó el diseño del pavimento flexible para un periodo de 20 años.

La determinación del drenaje se realizó en base a las secciones longitudinales y transversales de la vía en estudio, cumpliendo con todos los parámetros establecidos en las normas de diseño de cunetas y alcantarillas.

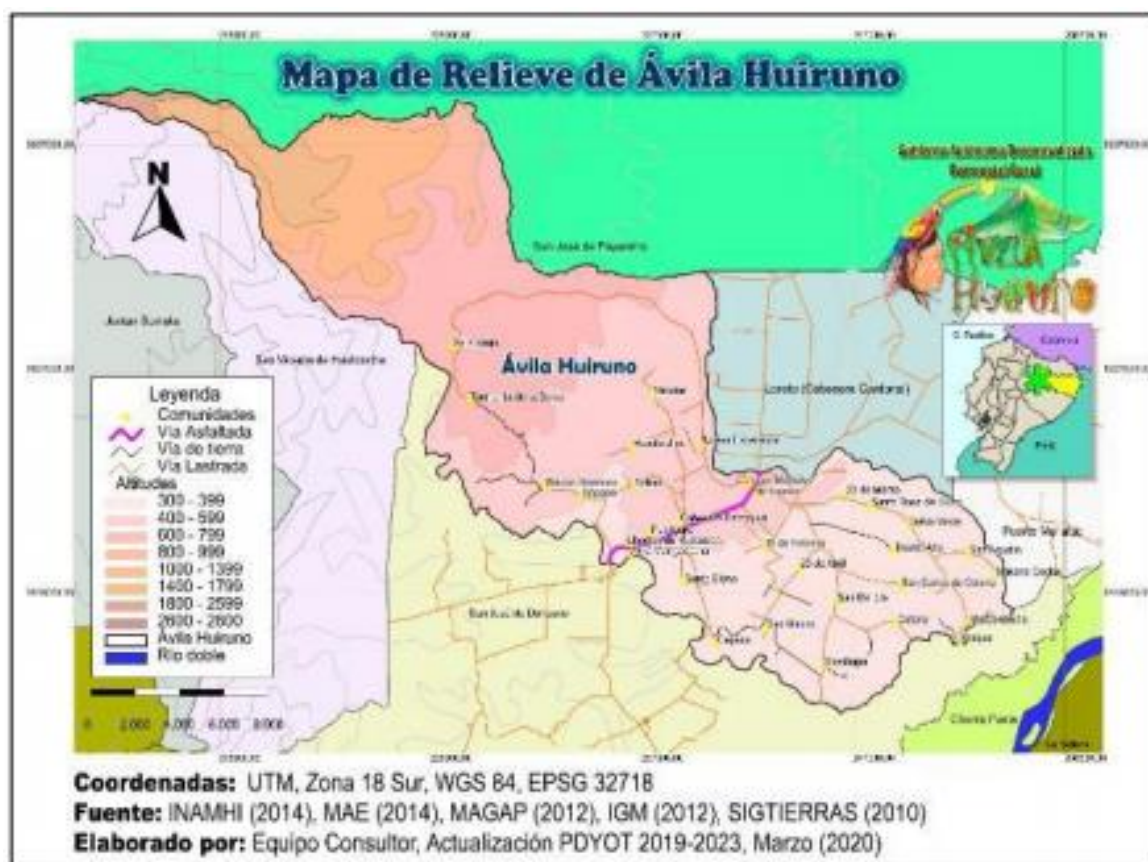
Por lo que cada proyecto debe contar con un estudio de impacto ambiental, para ver causas y efectos que conlleva la ejecución del proyecto y así poder mitigar o minimizar los posibles daños que puede estar ocasionando el proyecto debido al área de implantación de la obra.

## **9.3 Diagnóstico de la situación**

En el diseño de la vía que conecta las comunidades 22 de marzo y 25 de abril con el barrio el Triunfo, en la parroquia Ávila Huirino del Catón Loreto en base a una inspección visual se puede diagnosticar que la mayor parte es de cobertura vegetal y el uso del suelo es intervenida (pasto y cultivo), y un porcentaje de tierra pertenece a bosque tal como se muestra en el gráfico.

**Figura 85**

*Mapa del Relieve de la Parroquia Ávila Huirino*



Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 61)

La ejecución del proyecto vial es de gran importancia para la movilización de los pobladores de los sectores de las comunidades, con dicha vía podrán comercializar sus productos agrícolas en las zonas urbanas aledañas en un menor tiempo debido a que contarán con una vía óptima condiciones.

### **9.3.1 Área de influencia socio económica**

Nuestro proyecto se encuentra en un punto importante, de la parroquia Ávila Huirino los pobladores se dedican a la agricultura y ganadería, que es le medio de sustento de las comunidades, por ello es muy importante constar con una vía de primer orden que facilite la comercialización de los productos de la zona hacia los diferentes cantones de la provincia de Francisco de Orellana en especial al Canto Loreto.

#### **9.4 Ubicación de la escombrera**

El proyecto en estudio se encuentra en el sector rural de la Parroquia Ávila Huirino, en el barrio el Triunfó, y no cuenta con un depósito de escombros cercano al proyecto en estudio, lo que se realiza particularmente dependiendo del relieve del terreno de cada propietario solicitan el material de desalojado para posteriormente ser colocado en dicha zona donde el comunero quiera realizar la nivelación del terreno, esto es porque en algunos lugares existen pantanos y zanjás naturales donde quieren ser nivelados.

#### **9.5 Caracterización ambiental**

Mediante el acuerdo ministerial N° 028 con fecha 23 de febrero del 2015 del Ministerio del Ambiente, cataloga al proyecto de una categoría tipo II debido a que se trata de una Ampliación Rectificación, y en el Catálogo de Categorización Ambiental Nacional en donde especifica en el código (CCAN) número 23.4.1.1.4.5 con descripción Ampliación y Rectificación de vías de tercer orden.

**Tabla 120***Catálogo de Categorización Ambiental Nacional*

<b>CÓDIGO CCAN</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b>	<b>CATEGORÍA (I,II,III,IV)</b>
23.4.1.1.3.2	Construcción de vías de segundo orden mayor a 10 km.	IV
23.4.1.1.3.3	Construcción de vías de segundo orden en zonas con importante valor físico, biótico, arqueológico etc.	IV
23.4.1.1.3.4	Ampliación rectificación de vías de segundo orden.	II
23.4.1.1.3.5	Construcción de vías de segundo orden menor o igual a 3 km.	II
<b>23.4.1.1.4</b>	<b>Construcción de vías de tercer orden.</b>	
23.4.1.1.4.1	Construcción de vías de tercer orden mayor a 3km y menor o igual a 10 km.	III
23.4.1.1.4.2	Construcción de vías de tercer orden mayor a 10 km.	IV
23.4.1.1.4.3	Construcción de vías de tercer orden en zonas con importante valor físico, biótico, arqueológico, etc.	IV
23.4.1.1.4.4	Construcción de vías de tercer orden menor o igual a 3 km.	II
<b>23.4.1.1.4.5</b>	<b>Ampliación y rectificación de vías de tercer orden.</b>	<b>II</b>

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 174)

Según el Art. 26 de la categoría II (Licencia Ambiental categoría II), indica que, dentro de esta categoría, se encuentran catalogados los proyectos, obras o actividades cuyos impactos ambientales y/o riesgo ambiental, son considerados de impacto bajo” (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 18).

Para una obra de rehabilitación y mejoramiento vial se considera los siguientes sistemas:

- Físico (agua, aire, suelo y clima)
- Biótico (flora, fauna, su hábitat)
- Socio-cultural (arqueología, organización socio-económica, entre otros)

### 9.5.1 Sistema físico.

#### 9.5.1.1 Información climática

Para la parte climatológica se optó por la estación meteorológica, M 052 El Coca Aeropuerto ubicada en la zona 6 perteneciente a la Provincia de Orellana, debido a que cuenta con una mayor información climatológica y es confiable, tiene mayor información histórica en comparación a otras estaciones aledañas al proyecto en estudio.

#### 9.5.1.2 Precipitación

La información de pluviosidad se la toma de la estación meteorológica M 0563 la cual se indica a continuación:

**Tabla 121**

*Datos de Precipitación en el sector, Estación Loreto M 0563*

<b>Precipitación Máxima Mensual ( Estación Loreto M 0563)</b>												<b>Máxima Anual</b>
<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	
269,4	291,2	226,8	370,1	378	325,4	198,1	502	198,7	281,1	273,6	187,9	3502,3

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015, p. 143)

#### 9.5.1.3 Temperatura

Según los registros obtenidos las temperaturas medias mensuales tienen una distribución uniforme al interior del año. Donde las mayores temperaturas se registraron entre los meses de septiembre hasta enero y las menores en el mes de julio. La estación Coca mostró una temperatura media anual de 26,7 °C.

(Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 43)

**Tabla 122**

*Temperatura media mensual y anual (°C), Estación Coca – Aeropuerto.*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jn	Jl	Ag	sep	Oct	Nov	Dic	Mx Ab	Mn Ab
<b>Media</b>	27,3	26,9	26,6	26,4	26,3	25,6	25,5	26,4	27	27,3	27,2	27,3	-	-
<b>Mx.Med</b>	35	35,2	34,7	34,3	33,7	33	33,3	34,7	35,1	35,5	34,8	34,5	-	-
<b>Mn.Med</b>	20,5	20,4	20,5	20,5	20,4	19,8	18,9	19,7	19,3	20,2	20,4	20,5	-	-
<b>Mx.Abs</b>	36,7	37	36,5	36,4	36,2	34,7	35,2	37,1	37,5	38,2	36,6	36,6	38,2	33,9
<b>Mn.Med</b>	18,6	18	19	18,1	18,6	16,2	15,1	16,8	16,2	18,5	19	19	20,2	15,1

Fuente: (Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 43)

#### 9.5.1.4 Humedad Realtiva

“La Humedad relativa es la cantidad de vapor de agua expresada en porcentaje, que están presente en los estratos bajos de la atmósfera. En las estaciones de control regularmente se toman tres lecturas diarias: 07 h 00, 13 h 00 y 19 h 00” (Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 45).

**Tabla 123**

*Valores medios mensuales de humedad relativa del aire en (%), Estación Coca-Aeropuerto*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jn	Jl	Ag	sep	Oct	Nov	Dic	Media Anual	MaxAb	MnAb
<b>Media</b>	76,9	79	80,7	81,1	81,3	81,5	79,9	76,8	75,7	76,1	77,7	77,2	78,7	83,5	73,4
<b>Mx.Med</b>	84	88	84	85	86	85	86	80	81	81	83	82	80,9	88	78
<b>Mn.Med</b>	69	71	76	76	75	73	74	73	71	73	73	66	76	80	66

Fuente: (Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 45)

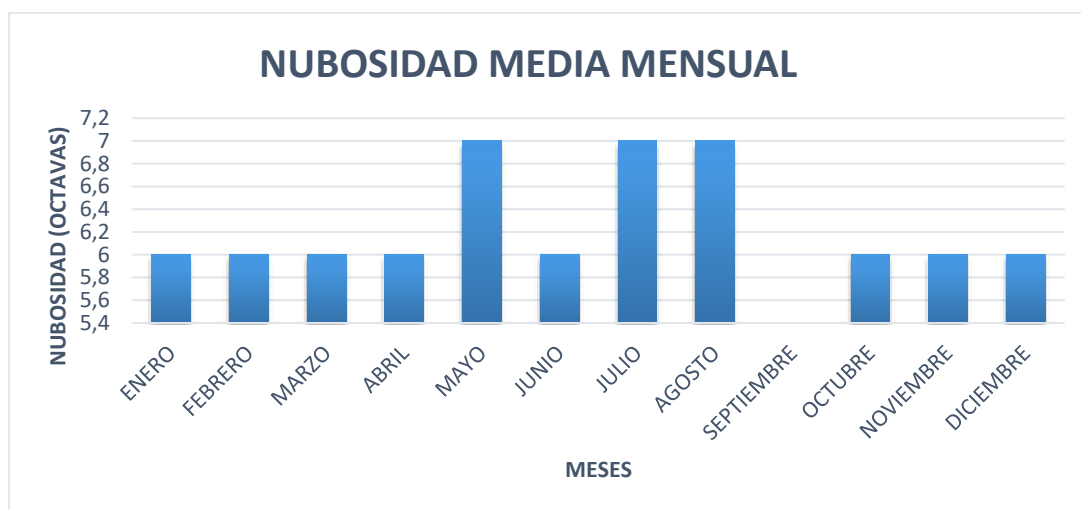
### 9.5.1.5 Nubosidad

“Se expresa en octavos de cielo cubierto. Se obtiene un valor medio diario en base a tres observaciones (07, 13 y 19 horas). La media mensual se calcula con un mínimo de 20 datos medios diarios” (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2017, p. 8).

Para el presente proyecto se determinó los valores de nubosidad en referencia a la Estación Meteorológica código M 1211 San José de Payamino, la misma que se encuentra cercana al sector.

**Figura 86**

*Nubosidad Mensual Estación M 1221 "San José de Payamino"*



Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2017, p. 126)

### 9.5.1.6 Velocidad del viento

Para cada una de las ocho direcciones (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) se obtiene los valores medios mensuales de la velocidad en metros/segundos en base a los registros medios diarios calculados con las tres observaciones diarias. Igualmente se determina la frecuencia en porcentaje, con relación al total de observaciones de viento realizadas (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2017, p. 8).



**Figura 87**

*Velocidad media y frecuencias de viento Estación M1221 “San José de Paya mino”*

MES	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																		Vel. Mayor Observada		VELOCIDAD MEDIA (Km/h)
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA	Nro OBS			
	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	%				
ENERO	3.0	4	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	96	93	4.0	N	0.2
FEBRERO	4.0	1	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.0	2	0.0	0	94	84	4.0	N	0.2
MARZO																					0.3
ABRIL	3.0	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	5.0	2	0.0	0	3.0	2	0.0	0	93	90	6.0	S	0.2
MAYO																					0.2
JUNIO																					0.2
JULIO																					0.2
AGOSTO																					0.2
SEPTIEMBRE																					
OCTUBRE																					0.3
NOVIEMBRE	4.0	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	3.0	2	0.0	0	2.0	1	0.0	0	94	90	6.0	N	0.3
DICIEMBRE																					0.4
VALOR ANUAL																					

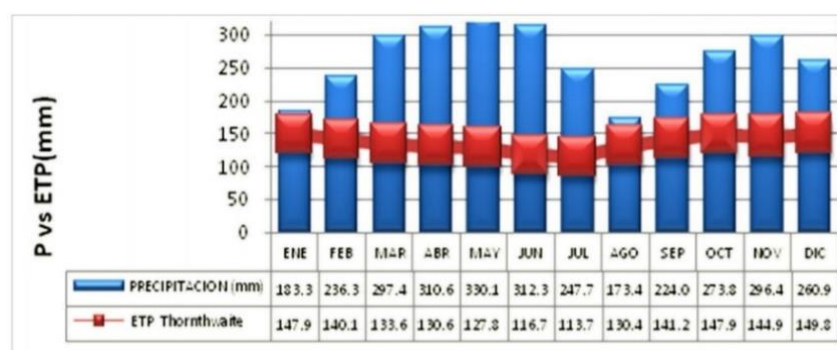
Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2017, p. 126)

### 9.5.1.7 Balance hídrico

Para la determinación del balance hídrico y la clasificación climática se requiere conocer los valores de ETP. Los valores presentados de evapotranspiración han sido calculados usando la estación de Coca Aeropuerto, según la ecuación de Thornthwaite. En función de los correspondientes valores de horas de sol, temperatura e índices de calor, se ha estimado que la evaporación anual media de la estación Coca es 135,38 mm (Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 48).

**Figura 88**

*Balance Hídrico – Estación Coca Aeropuerto.*



Fuente: (Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 47)

### 9.5.1.8 Heliófila

La heliófila representa la duración del brillo solar u horas de sol, y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa. La ocurrencia de nubosidad determina que la radiación recibida por el instrumento sea radiación solar difusa, interrumpiéndose el registro. Por lo tanto, si bien hay energía incidente disponible, la concentración o densidad de esta no es suficiente para ser registrada (Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 47).

**Tabla 124**

*Valores medios mensuales de heliófila, Estación Palmoriente Huashito.*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medios mensuales		
													Medio	Max	Min
Media	122	111	102	106	110	108	128	167	164	167	157	152	132,9	-	--
Mx. Med.	161	145	123	113	125	123	171	186	184	195	182	183	-	194,7	-
Mn. Med.	93	81	86	100	80	93	108	151	143	155	126	112	-	-	79,6

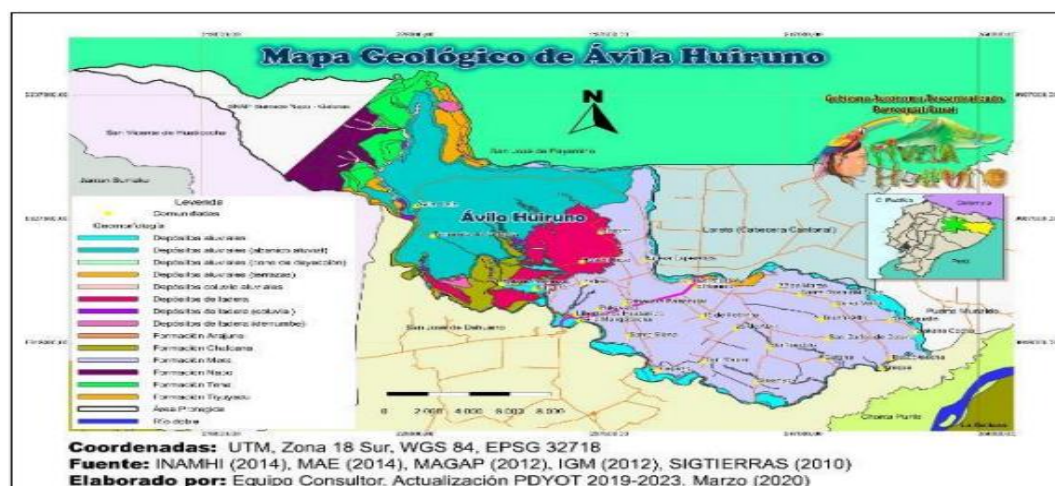
Fuente: (Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas, 2015, p. 46)

### 9.5.1.9 Información geológica

“La geología y geomorfología permiten conocer las características del suelo, subsuelo y relieve; mismas que son factores que influyen en la conformación de los ecosistemas, principalmente de las unidades de vegetación” (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 63).

**Figura 89**

*Mapa Geológico de la Parroquia Ávila Huirino*



Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, pág. 63)

**Figura 90**

*Componente Biofísico, Geológico clasificación por Formación*

Tipos de Formaciones	Hectáreas	Porcentaje
Depósitos aluviales	1.729,77	5.30%
Depósitos aluviales (abanico aluvial)	7.371,87	22.58%
Depósitos aluviales (cono de deyección)	16,24	0.05%
Depósitos aluviales (terrazas)	691,90	2.12%
Depósitos coluvio aluviales	538,21	1.65%
Depósitos de ladera	2.203,07	6.75%
Depósitos de ladera (coluvial)	83,20	0.25%
Depósitos de ladera (derrumbe)	148,41	0.45%
Formación Aranjano	14,68	0.04%
Formación Chalcaná	1.145,86	3.51%
Formación Mera	11.099,03	33.99%
Formación Napo	1.336,34	4.09%
Formación Tena	1.415,65	4.34%
Formación Tiyuyacu	264,27	0.81%
Área protegida Sumaco Napo Galeras	4.590,88	14.06%
<b>Total</b>	<b>32.649,37</b>	<b>100.00%</b>

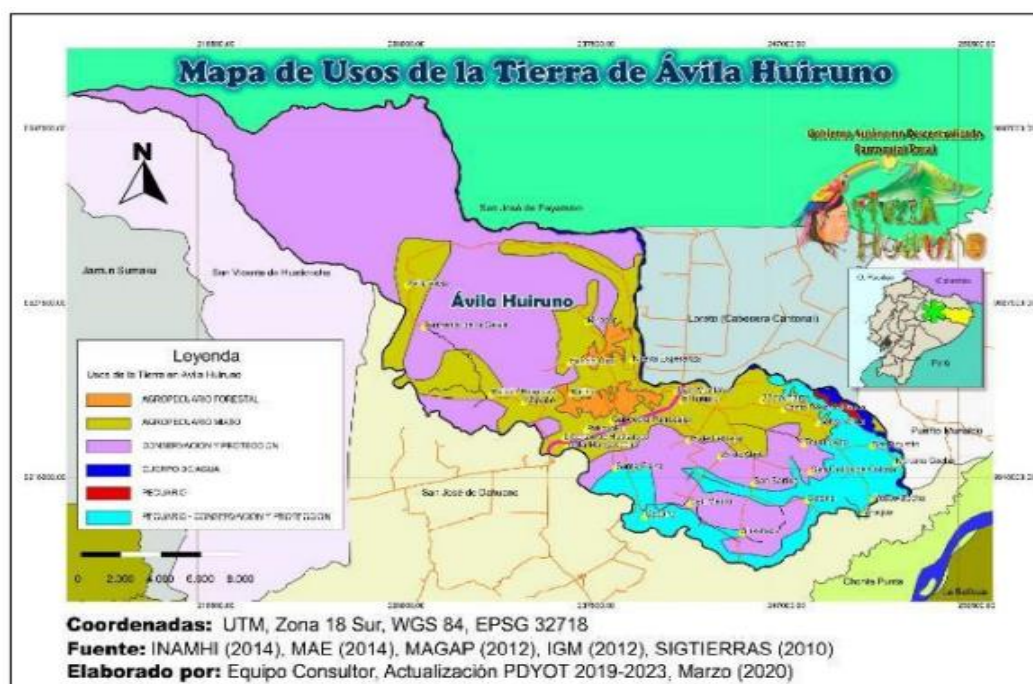
Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 63)

#### 9.5.1.10 Uso y cobertura del suelo

Ávila Huiruno la Cobertura de Tierra corresponde a: 70% Bosque intervenido / 30% Pasto cultivado (Bi/Pc): Ecosistema con predominio de vegetación natural primario o secundario que inicialmente presenta parches de deforestación y poco a poco se va colonizando, asociada con matorral o chaparro. Está ocupando una superficie del 2,54% del territorio parroquial, 70% Pasto cultivado / 30% Arboricultura tropical con aproximadamente 25,17% del territorio, 70% Pasto cultivado / 30% Bosque intervenido con alrededor de 12,47% del territorio, Bosque natural corresponde al 58,04% del territorio, Cuerpo de agua natural con aproximadamente 1,51% del territorio y Pasto cultivado con alrededor del 0,26% del territorio. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, págs. 75-76).

**Figura 91**

*Mapa de Usos de Suelo*



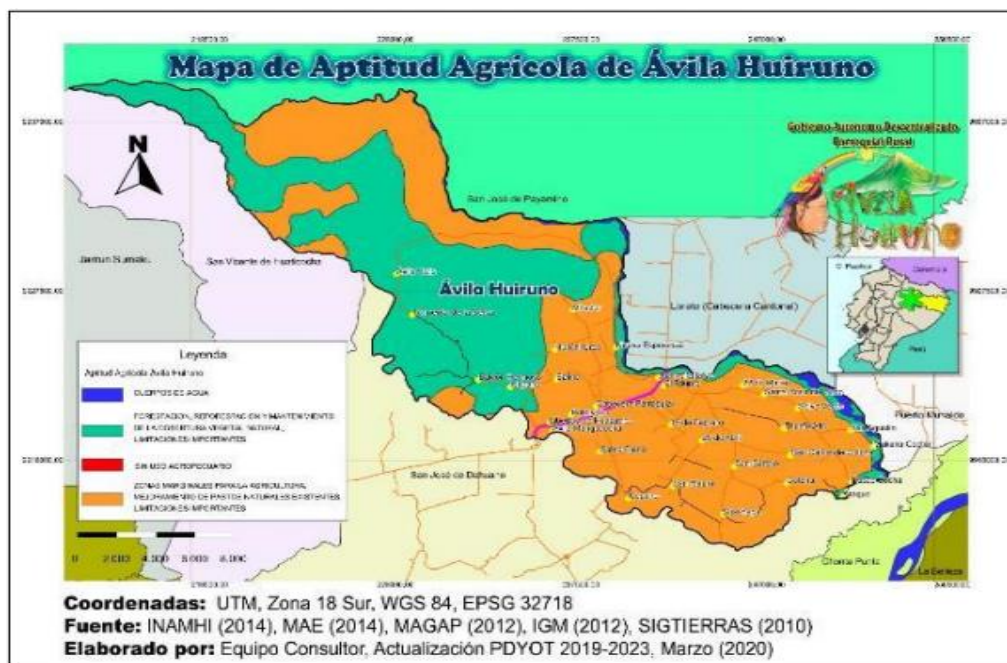
Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 74)

### 9.5.1.11 Aptitud Agrícola de la zona.

En cuanto a la aptitud agrícola de Ávila Huiruno la mayor parte corresponde a zonas marginales para la agricultura, mejoramiento de pastos naturales existentes, limitaciones importantes (zonas aptas para una agricultura de subsistencia) con alrededor del 56,39% del territorio, en segundo lugar, corresponde a Forestación, Reforestación y Mantenimiento de la Cobertura vegetal natural, Limitaciones importantes con aproximadamente un 42,08% del territorio, alrededor del 1,52% del territorio corresponde a Cuerpos de Agua y un porcentaje muy reducido de 0,0044% del territorio corresponde a Sin Uso Agropecuario. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 79).

**Figura 92**

*Mapa de Aptitud Agrícola en la Parroquia Ávila Huirino*



Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 79)

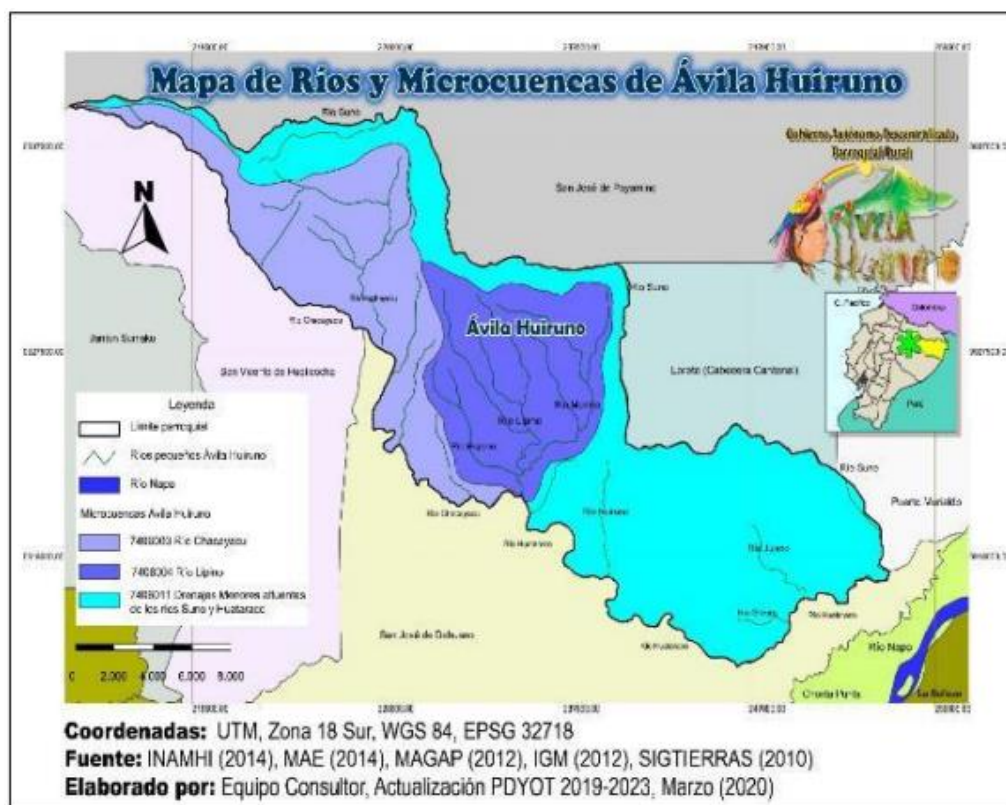


### 9.5.1.12 Recurso del Agua

La parroquia Ávila Huiruno pertenece a la Cuenca del Río Napo y a la Subcuenca del Río Bueno, posee 3 microcuencas distribuidas de la siguiente manera: 7406003 Río Chacayacu, situado al Noroeste de la parroquia abarca un 27,92% del territorio, 7406004 Río Lipino, ubicado en la parte central de la parroquia representa el 23,15% del territorio y 7406011 Drenajes Menores afluentes de los ríos Suno y Huataraco, que rodean la parte norte, centro y sur de la parroquia cubren el 48,93% del territorio. El manejo de estas microcuencas es de gran importancia debido a que la mayoría de las comunidades utilizan el agua de estas fuentes para consumo (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 101).

**Figura 93**

*Mapa de Ríos y Micro Cuencas*



Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 101)

## **9.5.2 Sistema Biótico**

### **9.5.2.1 Recurso Flora**

El cantón Loreto consta con una gran diversidad de flora, en todo su entorno, las principales plantas que se encuentran son Gencianácea y Lycopodiácea. Aguacatillo (*Nectandra* sp.); Caimitillo (*Chrysophyllum aurantum*); Canelo (*Ocotea* sp.); Cedrillo (*Guarea ruagea*); Cedro (*Cedrela* sp.); Chanul (*Humiriastrum procerum*); Chilca blanca (*Baccharis glutinosa*); Chonta (*Aiphanes caryotifolia*); Coco (*Virola* sp.). Motilón (*Hyeronima macrocarpa*); Musgo (*Sphagnum* sp.); Palmito (*Geonoma densa*); Platanillo (*Boconia frustencens*); Roble (*Roupala complicata*); Sangre de Drago (*Croton draconoides*); Sangre de Gallina (*Vismia baccifera*) (Rivera, 2013, p. 20).

### **9.5.2.2 Recurso Fauna**

Las principales especies que habitan en el cantón donde se va a levantar el respectivo proyecto vial se tiene los siguientes:

Armadillo (*Dasypus novencintus*); Cabeza de mate (*Eira barbara*); Conejo (*Sylvilagus brasiliensis*); Danta (*Tapirus pinchaque*); Gato de monte, Guatuzo (*Dasypus punctatus*); Machin (*Cebus albifrons*) Mono aullador (*Alouatta seniculus*); Zorra (*Caluromys derbianus*). Aves: Águila, Guacamayo (*Ararauna*); Gallo de la peña (*Rhupicola peruviana*); Gavilán (*Buteo polyosoma*); Lora (*Pionus sordidus*); Perdiz (*Notoprocta curirostris*); Pilco (*Pharomacrus pavoninus*); Tórtola (*Zenaida auriculata*) (Rivera, 2013, pág. 20).

### **9.5.3 Sistema Socio Cultural**

#### **9.5.3.1 Localización y descripción de los asentamientos humanos**

El Cantón Loreto se encuentra Provincia de Orellana Nororiente del Ecuador con una población de 21163 habitantes. Y se ubica a unos 63 kilómetros de la Cabecera Provincial. Está conformado por 5 parroquias rurales y una urbana, cuyo centro poblado se constituye en la cabecera parroquial y a la vez en la cabecera cantonal (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Canton Loreto , 2015, pág. 155).

Sus parroquias urbanas y rurales se denominan: San José de Payamino, Puerto Murialdo, Loreto, Ávila Huiruno, San José de Dahuano, San Vicente de Huaticocha. Hay que indicar que Loreto (como parroquia urbana) se compone de zona urbana, y zona sub urbana marginal. Podría decirse que, hacia los linderos parroquiales, consta un área deshabitada. Como barrios marginales, se tiene, por ejemplo: San Antonio, Shiquita, Chonta cocha, Cascabel II, Suyuno, Reserva Altamira, Altamira, Cooperativa Nuestra Señora de Loreto, “kilómetro 90” (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Canton Loreto , 2015, pág. 155).

#### **9.5.3.2 Educación**

“La parroquia Ávila Huirino como infraestructura de educación se cuenta con la Unidad Educativa del Milenio, la Unidad Educativa Juan Pablo II, La Escuela Cervantes Ecuatoriano y varas escuelas unidocentes distribuidas en varias comunidades de la zona rural” (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, pág. 124).



**Tabla 125**

*Nivel de Educación de la Población de la Parroquia Ávila Huirino*

<b>Componente Sociocultural, Nivel de Educación</b>	
<b>Nivel de institución</b>	<b>Porcentaje</b>
Ninguna	0,75%
Inicial	6,33%
Primaria	60,70%
Secundaria	30,90%
Universidad	1,33%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 124)

En la parroquia Ávila Huirino, el porcentaje, con respecto a niños y niñas que asisten a centros de educación inicial es el 6,33%, en referencia a la población que asiste o ha culminado la educación básica o primaria es el 60,70%, aquellos que asisten o han culminado la secundaria representan el 30,90%, quienes asisten o han culminado la Universidad representan el 1,33% y además existe un mínimo porcentaje de personas que no asistieron a ningún centro educativo que representan el 0,75% de la población (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, pág. 124).

#### **9.5.3.3 Atractivos turísticos**

Entre los atractivos turísticos más representativos que consta la parroquia Ávila Huirino son:

- Saladero de Aves comunidad Sahara
- Balneario del Ríos Suno
- Balneario del Río Huataraco
- Complejo Turístico Las Cochas
- Hostería Ávila Manga Cocha,
- Cascada Puka Yaku,
- Balneario y Parque Deportivo y Recreativo Ávila Huirino.

**Figura 94**

*Distribución de Lugares Turísticos en la Parroquia Ávila Huirino*



Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 132)

#### 9.5.3.4 Salud

En la cabecera parroquial tenemos el Centro de Salud Huiruno, es un puesto de salud correspondiente al primer nivel de atención de salud que pertenece a Ministerio de Salud Pública, atiende 8 horas diarias, pertenece al distrito de salud 22D02 Loreto, Orellana.

**Figura 95**

*Lugares de Atención de Salud*

Componente Sociocultural, lugar de Atención de Salud	
Lugar	Porcentaje
Centro de Salud	61,81%
Hospital	9,57%
Curandero	15,55%
Remedios Caseros	12,66%
Ninguna	0,40
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino, 2021, p. 114)

Con lo que respecta al lugar que la población asiste para recibir atención médica tenemos que el 61,81% asiste al Centro de Salud, el 9,57% asiste al Hospital, el 15,55% acude a curanderos, el 12,66% recurre a remedios caseros y el 0,40% no asiste a ningún lugar de atención de salud para recibir atención médica.

## **9.6 Identificación de Impactos Ambientales**

La preparación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) debe seguir ciertas directrices de los inversionistas y fuentes de financiamiento, además de aquellas específicas al proyecto. Estas directrices dependen del tipo de proyecto que se planifica ejecutar, de la envergadura de su impacto ambiental, de su ubicación y de la normativa legal ambiental existente (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, 1996, p. 51).

Para poder determinar si los diferentes impactos ambientales se producen de manera positiva o negativa al medio, es importante identificar y valorar cada uno de ellos mediante el EIA.

El proyecto lo dividimos en dos etapas en la primera se realizan actividades de construcción y la segunda se realiza actividades de operación y mantenimiento de la vial.

### ***9.6.1 Evaluación de impactos ambientales***

La evaluación de los impactos ambientales consiste en la identificación, predicción, interpretación, prevención, valoración y comunicación del impacto que se originara en la ejecución de un proyecto alrededor del entorno (Gómez & Jonathan, 2020).

Para la realización de la evaluación de los impactos ambientales existen algunas metodologías, tanto de forma general como específica. Para nuestro proyecto utilizaremos la metodología de un sistema de red y gráficos, en base a matrices causa – efecto (Leopold) (Gómez & Jonathan, 2020).

Es importante tener en cuenta dos parámetros importantes para la evaluación del impacto ambiental, los cuales son:

- Magnitud
- Importancia

#### **9.6.1.1 Magnitud**

“Según un número de 1 a 10, en el que el 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado y 1 a la mínima” (Cotan, 2007, pág. 5).

Para realizar el respectivo cálculo de la magnitud se tiene la siguiente ecuación:

Donde:

- M: Magnitud
- E: Extensión
- D: Duración
- i: Intensidad
- a, b, c: Pesos de cada variable de evaluación vial (a=0.40; b=0.35; c=0.25)

#### **9.6.1.2 Importancia**

“Que da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones” (Cotan, 2007, pág. 5).

A continuación, se presenta la respectiva ecuación para la determinación de la importancia:

$$I = (3 * i) + (2 * E) + D + R + Ri \quad Ecu 40$$

Donde:

- I: Importancia
- i: Intensidad
- E: Extensión
- D: Duración
- R: Reversibilidad
- Ri: Riesgo

Para el proyecto en estudio, los valores que se asignaran a cada una de las variables se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 126**

*Valores Asignados, para la evaluación del Impacto Ambiental*

VARIABLE	SÍMBOLO	CARÁCTER	VALOR ASIGNADO
Intensidad	I	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
Extensión	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración	D	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
Reversibilidad	R	Irreversible	3
		Recuperable	2
		Reversible	1
Probabilidad	P	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1
Riesgo	Ri	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1

Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de desarrollo, 2014, pag.74.

## 9.7 Plan de Manejo Ambiental

Los planes de manejo se deben especificar para las acciones del proyecto que impliquen los impactos de mayor significancia sobre el medio, y para aquellos elementos del medio que sean en mayor medida afectados por el mismo. Una vez se han identificado las medidas correctoras, se realiza un pre diseño a fin de poder evaluar su costo y así determinar su viabilidad técnica y económica (Pelaez, 2014).

### 9.7.1 Plan de Prevención, mitigación y remediación de Impactos Ambientales

**Tabla 127**

*Plan de prevención y mitigación de impactos en el suelo.*

<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN CON RESPECTO AL SUELO</b> <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (MESES)
<b>Remoción de la cobertura vegetal</b>	Pérdida temporal de la cobertura vegetal.	Durante cada actividad de la construcción de la vía, el materia que es removido se recolecta para posteriormente ser utilizado como relleno en la vía, y en las propiedades de los mismos pobladores de la zona.	Durante la ejecución del proyecto se mantera en forma limpia.	Se realizara por medio de registros fotográficos.	6 meses
<b>Generación del polvo y ruido generado por los trabajos de excavación</b>	Afectación directamente a la flora y fauna	El contratista encarga de la obra deberá llevar un registro detallado de cada maquinaria empleada en la obra, para así poder controlar los impactos que pueden ocasionar una maquinaria averiada.	Mantenimiento programado durante la ejecución de la obra.	Registro diario de maquinaria, recibos de manteamiento y fotografías.	6 meses

Elaborado por: Los autores

**Tabla 128**

*Plan de prevención y mitigación de impactos en el Aire*

<p align="center"><b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN CON RESPECTO AL AIRE</b>  <b>LUGAR DE APLICACIÓN: Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo</b></p>					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (MESES)
<b>Generación del polvo y ruido, mediante los trabajos de excavación y compactación.</b>	El polvo se genera, cuando la maquinaria está trabajando en la obra y durante la circulación de las volquetas.	Durante los trabajos se deberá humedecer el área de trabajo para así minimizar el polvo generado por las maquinarias.	Cada 2 a 3 veces se deberá humedecer el área de trabajo hasta que concluya la vía.	Se realizara por medio de registros fotográficos.	6 meses
	El ruido se genera por las vibraciones de las máquinas y por el motor que ellas poseen.	El contratista encargado de la obra deberá llevar un registros detallado de cada maquinaria antes y después de cada actividad.	Verificación que la maquinaria trabaje en óptimas condiciones.	Registro diario de maquinaria, recibos de manteamiento y fotografías.	6 meses

Elaborado por: Los autores

**Tabla 129**

*Plan de prevención y mitigación de impactos en el Agua*

<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN CON RESPECTO DEL AGUA</b> <b>LUGAR DE APLICACIÓN: Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo</b>					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (MESES)
<b>Contaminación del agua, por causas de la implantación de tubería para la alcantarilla, trabajos de excavación y desechos comunes por parte del personal de la obra.</b>	Contaminación del agua temporalmente debido a la implantación del material para la evacuación del drenaje vial.	Se deberá tener en cuenta las alturas de excavación para implantar la alcantarilla, así no erosionar los causes circundantes en la vía.	Capacitación al personal de cómo realizar una implantación de una alcantarilla.	Se realizara por medio de registros fotográficos.	1 mes
	Contaminación de desechos alimenticios generados por el personal de la obra. Los desechos son (fundas, papeles, tarinas, botellas. Etc.)	Se deberá contar con puntos en donde se pueda depositar los desechos y dictar charlas de cómo realizar un manejo adecuado del desecho en común.	Tener un punto fijo en donde depositar los desechos en cada y tramo de la obra.	Registro diario del pernal que asista a las charlas.	

Elaborado por: Los autores



**Tabla 130**

*Plan de Desechos Comunes*

<p><b>PLAN DE DESECHOS COMUNES</b></p> <p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo</p>					
<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZOS (MESES)</b>	
<p><b>Generación de desechos sólidos en el área y alrededor del proyecto.</b></p>	<p>Contaminación por desechos comunes generados por el personal de la obra. Los desechos son (fundas, papeles, tarinas, botellas. Etc.), esto causando molestia a las personas que bien en las comunidades</p>	<p>Concientizar a cada persona, que se responsabilice de la disposición del desecho generado por ellos mismo.</p>	<p>Durante la ejecución del proyecto se deberá tener un adecuado manejo de los residuos, para así tener limpio el área de trabajo.</p>	<p>Se realizara por medio de registros fotográficos, y manejo de residuos sólidos.</p>	<p>6 meses</p>
		<p>Contar con tres tachos de basura claramente identificados lo que es (cartón/papel, plástico, desecho en común) con su respectivo color si lo es necesario, para posteriormente recolectar y llevar a su sitio de disposición final.</p>			

**Tabla 131**

*Plan de seguridad y salud ocupacional.*

<b>PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.</b>					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN: Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo</b>					
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZOS (MESES)</b>
<b>Evitar accidentes laborales y afectaciones a la salud de los trabajadores durante la ejecución del proyecto</b>	Prevención de la integridad y seguridad ocupacional a las personas que conforman el proyecto.	Se tiene que dotar al personal de trabajo con equipos de seguridad (casto, guantes, reflectores, zapatos especiales, cubre bocas, audífonos, orejeras, etc.)	Se entregara a cada persona una dotación completa.	Se realizara por medio de registros fotográficos y registro de empresa de los implementos de protección personal (E.P.P.)	En los primeros días del mes cuando se va a dar inicio a la etapa de construcción de la obra.

Elaborado por: Los autores

**Tabla 132**

*Plan de señalización.*

PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN.					
LUGAR DE APLICACIÓN: Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (MESES)
Evitar posibles accidentes de los trabajadores debido a la falta de señalización en el proyecto.	Prevención de los accidentes la integridad de los trabajadores y las personas que residen en el área del proyecto, con la finalidad de evitar accidentes y que esto conlleve a problemas legales.	Se deberá colocar la respectiva señalización tanto horizontal como vertical, como son preventivas e informativas, cintas de seguridad en el área del proyecto.	Se deberá colocar en toda el área del proyecto el 100% de la señalización.	Registro fotográfico y facturas.	6 meses.

Elaborado por: Los autores

**Tabla 133**

*Plan de contingencia.*

<p style="text-align: center;"><b>PLAN DE CONTINGENCIAS</b>  <b>LUGAR DE APLICACIÓN: Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo</b></p>					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (MESES)
<p><b>Evitar accidentes laborales en la ejecución del proyecto.</b></p>	<p>Prevención de accidentes en el área de trabajo y contingencia e imprevistos a causa de terceros como son (incendios, tránsito, accidentes.ect.)</p>	<p>Realizar charlas sobre prevención de riesgos laborales.</p>	<p>Capacitar al personal diariamente sobre primeros auxilios</p>	<p>Se realizara por medio de registros fotográficos y registro a la capacitación.</p>	<p>1 meses</p>
		<p>Contar con equipos básicos de primeros auxilios mínimo un botiquín con todo lo necesario y con números de primeros auxilios (bomberos, policía, hospitales)</p>	<p>Se deberá contar con una pancarta o señalización en el área de trabajo con los números de primeros auxilios.</p>		

Elaborado por: Los autores

Tabla 134

Plan de Reforestación con Plantas Nativas

PROGRAMA DE FORESTACIÓN CON PLANTAS NATIVAS.					
LUGAR DE APLICACIÓN: Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (MESES)
Perdida de la cobertura vegetal en la zona del proyecto.	Daños directos al estado y calidad del suelo de la zona.	Se deberá realizar la siembra de árboles nativos de la zona,	Plantación de árboles nativos en el área donde se tenga mayor afectación del proyecto.	Registro fotográfico y facturas.	En el sexto mes una vez finalizado el proyecto.

Elaborado por: Los autores

**Tabla 135**

*Plan de Retiro de Desechos Comunes y Entrega del Área*

<b>PROGRAMA DE RETIRO DE DESECHOS COMUNES Y ENTREGA DEL ÁREA</b> <b>LUGAR DE APLICACIÓN: Vía del Barrio el Triunfo- Comunidad 25 de Abril- Comunidad 22 de Marzo</b>					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (MESES)
<b>Generación de desechos comunes y escombros en el área de aplicación del proyecto.</b>	Contaminación al medio ambiente atreves de la generación de desechos comunes y escombros por la construcción de la vía.	Una vez concluido los trabajos del proyecto se procederá a realizar el respectivo desalojo y limpieza de los escombros y desechos comunes.  Se procederá con la limpieza del área de ejecución del proyecto con el fin de permitir libre circulación tanto de transito como peatonal.	Limpieza del 100% al finalizar todos los trabajos del proyecto.	Se realizara por medio de registros fotográficos e informe final de los trabajos constructivos.	Última semana del sexto mes terminando todos los trabajos del proyecto.

Elaborado por: Los autores

### 9.7.1.1 Matriz de Leopold

Es un método que se estableció para realizar evaluaciones de impacto ambiental, este sistema de evaluación, se basa en una matriz, donde las entradas de columnas son acciones ejecutadas por el ser humano que pueden alterar el medio ambiente y las entradas en las filas de la matriz, factores ambientales que pueden ser alteradas por la mano del hombre.

**Tabla 136**

*Valoración de los Impactos Ambientales del Proyecto*

ACCIONES CAUSANTES DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES.	i	E	D	R	P	Ri	M	I
Remoción de cobertura vegetal.	1	1	2	2	3	3	1	12
Gestión de la generación del polvo, ruido y vibraciones de las maquinarias.	2	2	2	1	2	2	2	15
Gestión para la prevención de la contaminación del suelo, agua y aire	2	1	2	1	2	2	2	13
Gestión del mantenimiento del equipo y maquinaria del proyecto.	1	2	2	1	1	2	2	12
Gestión en el manejo de desechos sólidos.	3	2	2	1	1	2	2	18
Capacitación acerca de prevención de riesgos laborales para el personal del proyecto y la población de la comunidad.	2	2	2	1	1	2	2	15
Rehabilitación de especies nativas afectadas en la zona.	2	1	2	2	2	2	2	14
Cierre, y abandono y entrega del afea del proyecto.	2	2	2	1	1	2	2	15

Elaborado: Los autores

La Evaluación del Impacto ambiental de acuerdo a la importancia y magnitud de la obra vial, el proyecto presenta una valoración de Impacto entre Bajo y medio como se presenta a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 137**

*Valoración del Impacto Ambiental*

IMPORTANCIA	MAGNITUD	VALORACIÓN DEL IMPACTO
9 - 14	1.0 - 1.6	Bajo
15 - 22	1.7 - 2.3	Medio
23 - 27	2.4 - 3.0	Alto

Fuente: Evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo, 2014

A continuación, en la siguiente tabla 119 se presenta la matriz leopold donde se indica tanto en columnas como en filas las acciones ejecutadas por el ser humano que alteran el medio ambiente y los factores ambientales que pueden ser alteradas.



**Tabla 138**

*Matriz de Leopold*

ACCIONES CAUSANTES DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES		PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				MANEJO DE DESECHOS COMUNES	CAPACITACIONES	REABILITACIÓN DE ZONAS AFECTADAS POR EL PROYECTO	CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL PROYECTO
		Trasporte de Material	Generación de Polvo	Generación de Ruido y Vibraciones	Riesgo de accidentes Laborales	Capacitación acerca del manejo de desechos sólidos.	Capacitación de educación ambiental.	Programa de rehabilitación en zonas afectadas	Programa de abandono y cierre del proyecto.
MEDIO FISICO	SUELO	-2 2	-1 1	1 1		2 2	1 3		-2 1
	AIRE		-1 2	-1 1		-1 1	1 3	1 3	2 2
	CLIMA		1 1			-2 1		-2 2	1 1
	AGUA		1 1	-1 1		1 1		2 2	3 1
MEDIO BIOTICO	FLORA	-2 1	-1 2	-2 1		-2 2	1 3	2 2	-3 1
	FAUNA	-1 1	-1 1	-1 1		-2 2		1 1	-3 1
MEDIO HUMANO	USO DE SUELO	-1 1	1 1	1 1		-3 2			-2 2
	DEMOGRAFIA				2 1		2 2		3 1
	VIALIDAD			-2 2	-3 1	1 1	2 1	1 3	2 1
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL		-6 5	-1 9	-5 8	-1 2	-6 12	7 12	5 13	1 11

Elaborado: Los autores

## **9.8 Cronograma Valorado del Plan del Manejo Ambiental**

A continuación, en el ANEXO N° 15, se presenta las siguientes tablas en donde se indica el cronograma valorado del plan de manejo ambiental del proyecto (PMA) en mención.

## **CAPÍTULO X**

### **10 ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS**

#### **10.1 Análisis de Precios Unitarios**

El análisis y cálculo de los precios unitarios para un trabajo determinado, deberá guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de los trabajos, con los programas de trabajo, de utilización de personal y de maquinaria y equipo de construcción; debiendo considerar los costos vigentes de los materiales, recursos humanos y demás insumos necesarios en el momento y en la zona donde se llevaran a cabo los trabajos, sin considerar el impuesto al valor agregado, todo ello de conformidad con las especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad. (Alcantara, 2005, p. 21).

Dentro del análisis de precios unitarios, de cualquier proyecto en sí, está inmerso dos tipos de costos que se indican a continuación:

##### ***10.1.1 Costos directos***

Son los costos originados por la mano de obra, material y equipos a ser utilizados en la ejecución de un proyecto.

##### ***10.1.2 Costos Indirectos***

El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y

sociales correspondientes al personal directivo y administrativo (Soliz Baldovinos, 2013, p. 33).

## **10.2 Presupuesto de la Obra**

El presupuesto de obra le permite al promotor la estimación de las cantidades de recursos que debe invertir, evaluar el avance de esta, describir las actividades de cada contrato, entre otros elementos que conformaran mecanismos indicadores de precio para proyectar el costo y periodo final del proyecto (Duarte & Martinez, 2011, p. 73) (VER ANEXO N° 12 Analisis de precios unitarios).

### ***10.2.1 Cantidades de Obra***

Las cantidades y volúmenes de obra que serán utilizados en la ejecución del proyecto vial que consiste en el diseño vial, drenaje longitudinal y transversal y señalizaciones horizontales y verticales, serán determinados en función de los planos elaborados, siguiendo la normativa que rige en el país.

A continuación, se presenta los rubros, cantidades y volúmenes de obra que requerirá el proyecto vial, en el canto Loreto.

**Tabla 139**

*Cantidades de Obra del Proyecto*

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
1	Replanteo y Nivelación	km	6,0000	620,74	3.724,41
2	Remoción de cercas y guardacaminos	m	1.200,00	1,19	1.427,95
3	Remoción de alcantarillas existentes	m	43,70	9,30	406,35
4	Reconstrucción de cercas de alambre de puas	m	1.200,00	3,24	3.889,28
5	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	2,23	472,54	1.053,76
6	Acabado de la obra básica	m2	58.200,00	0,86	49.820,16
7	Excavación en suelo	m3	31.958,60	2,87	91.778,55
8	Material de préstamo importado	m3	31.220,86	1,09	34.149,08
9	Excavación y relleno para estructuras	m3	284,34	4,37	1.242,15
10	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	1.168,20	2,02	2.355,20
11	Transporte para material de préstamo importado (libres 500 m)	m3xkm	468.312,90	0,26	122.939,10
			<b>SUBTOTAL 1:</b>		<b>312.785,98</b>
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>					
12	Explotación de mina con maquinaria	m3	18.466,12	1,97	36.444,45
13	Relleno de cajera con material de mejoramiento (pedraplen)	m3	5.550,00	3,01	16.716,91
14	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m3	12.916,12	4,42	57.097,05
15	Geomalla biaxial	m2	62.400,00	3,29	205.179,44
16	Geotextil No Tejido	m2	62.400,00	2,21	137.787,44
17	Sub-base clase 3	m3	7.750,00	5,87	45.478,41
18	Base clase 1B	m3	7.750,00	15,94	123.550,59
19	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 9 cm de espesor	m2	48.000,00	11,91	571.872,26
20	Emulsión Asfáltica CRS para imprimación	m2	54.240,00	1,02	55.324,80
21	Transporte de material de sub-base clase 3	m3xkm	116.250,00	0,26	30.225,00
22	Transporte para material de base clase 1B	m3xkm	581.250,00	0,26	151.125,00
23	Transporte de material de mejoramiento	m3xkm	276.991,80	0,26	72.017,87
24	Transporte de material para la capa de rodadura de hormigón asfáltico	m3xkm	324.000,00	0,26	84.240,00
			<b>SUBTOTAL 2:</b>		<b>1.587.059,22</b>
<b>ESTRUCTURAS</b>					
25	Hormigón estruct. de cemento portland clase A, f'c=210 kg/cm2, cabezales, muros y cunetas	m3	29,89	243,05	7.264,77
26	Hormigón simple, f'c=180 kg/cm2 para cunetas	m3	1.168,20	190,54	222.585,42
27	Hormigón pobre para replantillo	m3	1,50	190,54	285,81
28	Acero de refuerzo fy=4 200 kg/cm2	kg	2.223,76	2,24	4.981,42
			<b>SUBTOTAL 3:</b>		<b>235.117,41</b>
<b>DRENAJE Y ALCANTARILLADO</b>					
29	Tubería para alcantarilla metálica D= 1,20 m	m	63,40	321,86	20.405,64
			<b>SUBTOTAL 4:</b>		<b>20.405,64</b>
<b>INSTALACIONES PARA CONTROL DEL TRÁNSITO Y USO DE LA ZONA DEL CAMINO</b>					
30	Señales regulatoria prevención al lado de la carretera (0,6 m x 0,6 m)	u	23,00	236,45	5.438,41
31	Señales de prevención al lado de la carretera (0,6 m x 0,6 m)	u	42,00	236,45	9.931,01
32	Señales de información al lado de la carretera (1,80 m x 0,60 m)	u	6,00	274,21	1.645,25
33	Señales de información al lado de la carretera (0,45 m x 0,60 m)	u	12,00	203,54	2.442,51
			<b>SUBTOTAL 5:</b>		<b>19.457,17</b>
<b>MEDIDAS GENERALES DE CONTROL AMBIENTAL</b>					
34	Construcción y funcionam. de campamentos, bodegas y talleres de obra	gbl	1,00	591,90	591,90
35	Area sembrada (replantación vegetal)	m2	1.500,00	0,72	1.074,83
36	Escombrera Disposición Final y Tratamiento Paisajístico en zonas de Deposito	m3	1.500,00	1,35	2.021,95
37	Batería Sanitaria Móvil	Día	150,00	13,56	2.034,18
38	Agua para Control de Polvo	m3	350,00	1,02	356,14
39	Pancarta Informativa	u	1,00	311,09	311,09
			<b>SUBTOTAL 6:</b>		<b>6.390,09</b>
				<b>TOTAL:</b>	<b>2.181.215,51</b>

Elaborado: Los autores

### **10.3 Cronograma Valorado de ejecución**

El cronograma de ejecución o también conocido como el cronograma de obra, no es otra cosa que el tiempo que le va a tomar a la obra en ser concluida

(VER ANEXO N° 13 Cronograma valorado del proyecto)

### **10.4 Ruta Critica**

Se denomina o se conoce como ruta crítica al método que se emplea para determinar los tiempos en la planificación de un proyecto. Se trata de un algoritmo que busca optimizar los costos a partir de la programación de acciones de un proyecto determinado.

El Grafico de la ruta crítica se encuentra en la página 274, Tabla 162 y en el ANEXO N° 13

### **10.5 Calculo de beneficios Valorados**

Los beneficios socio económicos que presenta siempre un nuevo proyecto, por lo general los más beneficiados son las poblaciones cercanas al proyecto, estos benéficos que trae la ejecución del presente proyecto para las comunidades del cantón Loreto, en especial a las comunidades 22 de marzo y 25 de abril de la parroquia Ávila Huirino son de carácter económico, social y cultural.

Los indicadores económicos que permitirán evaluar los benéficos del proyecto se presentan a continuación:

- Relación costo (\$) combustible / (u) galón
- Relación costo (\$) neumático / (u) neumático
- Relación costo (\$) amortiguador / (u) amortiguador
- Relación costo (\$) sistema de freno / (u) zapata
- Relación costo (\$) debido al cambio de aceite / (u) cambio de aceite
- Relación costo (\$) transporte de productos / (u) viajes

### 10.5.1 Costo de los Combustible

Para la determinación del costo del combustible anual antes de la ejecución del proyecto se tomó como referencia los precios actuales de los combustibles del presente mes marzo del 2021 donde se tiene los siguientes precios:

Extra \$ 1.83 usd

Diesel \$ 1.407 usd

Se asume que los vehículos livianos y pesados antes de la ejecución del proyecto debido al actual estado de la vía consumen 1 galón de combustible por cada 20 km de recorrido.

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta el costo total de consumos de combustibles.

**Tabla 140**

*Costo Total del combustible (extra y diésel), antes de la ejecución del proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>L. vía (Km)</b>	<b>Galones por Km</b>	<b>N° Viajes</b>	<b>Costo Anual</b>	<b>TPDA</b>	<b>Total Costo de Combustible</b>
Vehículos Livianos	6,0	0,300	2	400,770	317	127044,09
Camión 2 DA	6,0	0,300	2	308,133	30	9243,99
Camión 2 DB	6,0	0,300	2	308,133	64	19720,51
Camión 3 A	6,0	0,300	2	308,133	34	10476,52
Costo Total del combustible antes de la Ejecución del Proyecto						166485,11

Elaborado por: Los autores

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta el costo total de consumos de combustibles después de la ejecución del proyecto, se asume que después de la culminación del proyecto vial, los vehículos livianos y pesados consumen 1 galón de combustible por cada 60 km de recorrido.

**Tabla 141***Costo Total del combustible (extra y diésel), después de la ejecución del proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>L. vía (Km)</b>	<b>Galones por Km</b>	<b>N° Viajes</b>	<b>Costo Anual</b>	<b>TPDA</b>	<b>Total Costo de Combustible</b>
Vehículos Livianos	6,0	0,100	2	133,590	317	42348,03
Camión 2 DA	6,0	0,100	2	102,711	30	3081,33
Camión 2 DB	6,0	0,100	2	102,711	64	6573,50
Camión 3 A	6,0	0,100	2	102,711	34	3492,17
Costo Total del combustible después de la ejecución del proyecto						55495,04

Elaborado por: Los autores

**10.5.2 Costo de los Neumáticos**

Para el análisis de los costos de los neumáticos antes de la ejecución del proyecto, se toma en consideración que los cambios del mismo son a partir de los 20 000 km, para determinar el precio de los mismo se realizó un tanteo de mercado de neumáticos siendo estos los siguientes:

4 Neumático para vehículos livianos \$ 440,00 usd

6 Neumáticos para vehículos pesados \$ 840,00 usd

**Tabla 142***Costo Total, del cambio de Neumáticos, antes de la Ejecución del Proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Vía (km)</b>	<b>Km recorridos al año</b>	<b>N° Cambios de Neumáticos</b>	<b>Costo del Cambio (\$)</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total cambio Neumáticos</b>
Vehículos Livianos	6,0	4380,000	0,219	440	317	30546,12
Camión 2 DA	6,0	4380,000	0,219	840	30	5518,80
Camión 2 DB	6,0	4380,000	0,219	840	64	11773,44
Camión 3 A	6,0	4380,000	0,219	840	34	6254,64
Costo Total del cambio de Neumáticos antes de la Ejecución del Proyecto (1)						54093,00

Elaborado por: Los autores

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta el costo total, del cambio del juego de neumáticos livianos y pesados, después de la ejecución del proyecto, se asume que después de la culminación del proyecto vial, los cambios de los mismos son a partir de los 80 000 km.



**Tabla 143***Costo Total, del cambio de Neumáticos, después de la Ejecución del Proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>L. vía (Km)</b>	<b>Km recorridos al año</b>	<b>N° Cambios de Neumáticos</b>	<b>Costo del Cambio (\$)</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total cambio Neumáticos</b>
Vehículos Livianos	6,0	4380,000	0,0548	440	317	7636,53
Camión 2 DA	6,0	4380,000	0,0548	840	30	1379,70
Camión 2 DB	6,0	4380,000	0,0548	840	64	2943,36
Camión 3 A	6,0	4380,000	0,0548	840	34	1563,66
Costo Total del cambio de Neumáticos después de la Ejecución del Proyecto						13523,25

Elaborado por: Los autores

**10.5.3 Costo de los Amortiguadores**

Para el análisis de los costos de los amortiguadores antes de la ejecución del proyecto, se toma en consideración que los cambios del mismo son a partir de los 15 000 km

**Tabla 144***Costo Total, del cambio de Amortiguadores, antes de la Ejecución del Proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Vía (km)</b>	<b>Km recorridos al año</b>	<b>N° Cambios de Amortiguadores</b>	<b>Costo del Cambio (\$)</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total cambio Amortiguadores</b>
Vehículos Livianos	6,0	4380,000	0,292	200	317	18512,80
Camión 2 DA	6,0	4380,000	0,292	360	30	3153,60
Camión 2 DB	6,0	4380,000	0,292	360	64	6727,68
Camión 3 A	6,0	4380,000	0,292	360	34	3574,08
Costo Total del cambio de Amortiguadores antes de la Ejecución del Proyecto						31968,16

Elaborado por: Los autores

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta el costo total, del cambio del juego de amortiguadores livianos y pesados, después de la ejecución del proyecto, se asume que después de la culminación del proyecto vial, los cambios de los mismos son a partir de los 85 000 km.

**Tabla 145***Costo Total, del cambio de Amortiguadores, después de la Ejecución del Proyecto*

Tipo de Vehículo	Livia (Km)	Km recorridos al año	N° Cambios de Amortiguadores	Costo del Cambio (\$)	TPDA	Costo Total cambio Amortiguadores
Vehículos Livianos	6,0	4380,000	0,052	200	317	3266,96
Camión 2 DA	6,0	4380,000	0,052	360	30	556,52
Camión 2 DB	6,0	4380,000	0,052	360	64	1187,24
Camión 3 A	6,0	4380,000	0,052	360	34	630,72
Costo Total del cambio de Amortiguadores después de la Ejecución del Proyecto						5641,44

Elaborado por: Los autores

**10.5.4 Costo del sistema de frenos**

Para el análisis del costo del sistema de frenos tanto de los vehículos livianos y pesados se toma en consideración que el cambio se lo realizara a los 20 000 km, el precio de los sistemas de frenos para vehículos livianos es de 250.00 y para vehículos pesados 500.00 usd

**Tabla 146***Costo Total, del cambio del sistema de frenos, antes de la Ejecución del Proyecto*

Tipo de Vehículo	L. vía (km)	Km recorridos al año	N° Cambios de sistema de frenos	Costo del Cambio (\$)	TPDA	Costo Total cambio sistema frenos
Vehículos Livianos	6,0	4380,000	0,219	250	317	17355,75
Camión 2 DA	6,0	4380,000	0,219	500	30	3285,00
Camión 2 DB	6,0	4380,000	0,219	500	64	7008,00
Camión 3 A	6,0	4380,000	0,219	500	34	3723,00
Costo Total del cambio del sistema de frenos antes de la Ejecución del Proyecto						31371,75

Elaborado por: Los autores

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta el costo total, del cambio del sistema de frenos para vehículos livianos y pesados, después de la ejecución del proyecto, se asume que después de la culminación del proyecto vial, los cambios de los mismos son a partir de los 80 000 km.

**Tabla 147***Costo Total, del cambio del sistema de frenos, después de la Ejecución del proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>L. vía (km)</b>	<b>Km recorridos al año</b>	<b>N° Cambios de sistema de frenos</b>	<b>Costo del Cambio (\$)</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total cambio sistema de frenos</b>
Vehículos Livianos	6,0	4380,000	0,055	250	317	4338,94
Camión 2 DA	6,0	4380,000	0,055	500	30	821,25
Camión 2 DB	6,0	4380,000	0,055	500	64	1752,00
Camión 3 A	6,0	4380,000	0,055	500	34	930,75
Costo Total del cambio del sistema de frenos después de la Ejecución del proyecto						7842,94

Elaborado por: Los autores

**10.5.5 Costo del Cambio del sistema de Aceite**

Para el análisis del costo de cambio de aceites, se toma en consideración que antes del proyecto se los realiza a los 10 000 km, su precio, para vehículos livianos es de \$ 40,00 usd y para vehículos pesados de \$ 50,00 usd.

**Tabla 148***Costo Total, del cambio del sistema de aceite, antes de la Ejecución del Proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>L. vía (km)</b>	<b>Km recorridos al año</b>	<b>N° Cambios de sistema de aceite</b>	<b>Costo del Cambio aceite(\$)</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total cambio aceite</b>
Vehículos Livianos	6,0	4380,000	0,438	40	317	5553,84
Camión 2 DA	6,0	4380,000	0,438	50	30	657,00
Camión 2 DB	6,0	4380,000	0,438	50	64	1401,60
Camión 3 A	6,0	4380,000	0,438	50	34	744,60
Costo Total del cambio del sistema de aceite antes de la Ejecución del Proyecto						8357,04

Elaborado por: Los autores

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta el costo total, del cambio del sistema de aceites para vehículos livianos y pesados, después de la ejecución del proyecto, se asume que después de la culminación del proyecto vial, los cambios de los mismos son a partir de los 80 000 km.

**Tabla 149***Costo Total, del cambio del sistema de aceite, después de la Ejecución del Proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>L. vía (km)</b>	<b>Km recorridos al año</b>	<b>N° Cambios de sistema de aceite</b>	<b>Costo del Cambio aceite(\$)</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total cambio sistema de aceite</b>
Vehículos Livianos	6,0	4380,0	0,055	40	317	694,23
Camión 2 DA	6,0	4380,0	0,055	50	30	82,13
Camión 2 DB	6,0	4380,0	0,055	50	64	175,20
Camión 3 A	6,0	4380,0	0,055	50	34	93,08
Costo Total del cambio del sistema de aceite después de la Ejecución del Proyecto						1044,63

Elaborado por: Los autores

***10.5.6 Costo del Transporte de productos***

Para cuantificar el costo que implica el traslado de los productos y la movilización de los pobladores en el estado actual de la vía, de las comunidades 22 de marzo y 25 de abril a la zona urbana de la ciudad se procedió a realizar una encuesta sobre el precio que cobran las diferentes operadoras de taxis hacia las distintas comunidades.

El precio actual una vez realizando las distintas encuestas a la población y operadoras del sector son las siguientes:

Loreto - Comunidad 22 de marzo \$ 8,00 usd

Loreto - Comunidad 25 de abril \$ 12,00 usd

Después de la ejecución del proyecto se estima una reducción en el precio de las carreras hacia las comunidades en un 20% aproximadamente.

En las tablas 109 y 110 se indica el costo del traslado antes y después de la ejecución del proyecto en mención.

**Tabla 150***Costo Total, del servicio de Transporte, antes de la Ejecución del Proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Vía (km)</b>	<b>Número de viajes semanales</b>	<b>Valor del servicio de transporte</b>	<b>Costo del servicio de transporte semanal</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total servicio transporte</b>
Vehículos Livianos	6,0	2,0	10,0	20,0	317	6340,00
Camión 2 DA	6,0	2,0	10,0	20,0	30	600,00
Costo Total del servicio de Transporte antes de la Ejecución del Proyecto						6940,00

Elaborado por: Los autores

**Tabla 151***Costo Total, del servicio de Transporte, después de la ejecución del proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>L. vía (km)</b>	<b>Número de viajes semanales</b>	<b>Valor del servicio de transporte</b>	<b>Costo del servicio de transporte semanal</b>	<b>TPDA</b>	<b>Costo Total servicio transporte</b>
Vehículos Livianos	6,000	2,000	8,000	16,00	317	5072,00
Camión 2 DA	6,000	2,000	8,000	16,00	30	480,00
Costo Total del servicio de Transporte después de la Ejecución del Proyecto						5552,00

Elaborado por: Los autores

A continuación, se presenta el ahorro que genera el proyecto al parque automotor que transita en el sector y a la población.

**Tabla 152***Beneficios Totales, al Parque Automotor y Población*

<b>COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR</b>	<b>ANTES DEL PROYECTO</b>	<b>DESPUÉS DEL PROYECTO</b>	<b>AHORRO</b>	<b>TOTAL BENEFICIO</b>
Consumo de Combustible	166485,11	55495,04	110990,07	
Consumo de Neumáticos	54093,00	13523,25	40569,75	
Consumo de Amortiguadores	31968,16	5641,44	26326,72	
Consumo de Sistema de Frenos	31371,75	7842,94	23528,81	208727,76
Consumo de Cambio de Aceite	8357,04	1044,63	7312,41	
<b><u>TOTAL</u></b>	<b>292275,06</b>	<b>83547,30</b>	<b>208727,76</b>	

<b>TRASLADO DE PRODUCTOS DEL SECTOR</b>	<b>ANTES DEL PROYECTO</b>	<b>DESPUÉS DEL PROYECTO</b>	<b>AHORRO</b>	<b>TOTAL BENEFICIO</b>
Traslado de productos del sector	6940,00	5552,00	1388,00	1388,00

Elaborado por: Los autores

El ahorro que se estima que genera el proyecto vial una vez concluida la mismas es de \$ 210 115.76 usd.

#### ***10.5.7 Plusvalía del sector***

La plusvalía, del sector, ubicada en la zona rural del cantón Loreto, de acuerdo con la información recabada del área de catastros del gobierno autónomo descentralizado del cantón en mención, en la zona del proyecto es de \$ 0.20 ctv. el m<sup>2</sup>

**Tabla 153**

*Proyección de beneficios totales del proyecto para el periodo de diseño de 20 años.*

<b>Años</b>	<b>Operación Vehicular</b>	<b>Transporte de productos</b>	<b>Plusvalía</b>	<b>Total beneficios</b>
2020	208727,76	1388,00	1985625,36	2195741,12
2021	215260,94	1431,44		216692,38
2022	221998,61	1476,25		223474,85
2023	228947,16	1522,46		230469,62
2024	236113,21	1570,11		237683,32
2025	243503,55	1619,25		245122,80
2026	251125,21	1669,94		252795,15
2027	258985,43	1722,20		260707,64
2028	267091,68	1776,11		268867,79
2029	275451,65	1831,70		277283,35
2030	284073,28	1889,03		285962,32
2031	292964,78	1948,16		294912,94
2032	302134,57	2009,14		304143,71
2033	311591,39	2072,02		313663,41
2034	321344,20	2136,88		323481,07
2035	331402,27	2203,76		333606,03
2036	341775,16	2272,74		344047,90
2037	352472,72	2343,88		354816,60
2038	363505,12	2417,24		365922,36
2039	374882,83	2492,90		377375,73
2040	386616,66	2570,93		389187,59

Elaborado por: Los autores

## **10.6 Evaluación Económica Financiera**

Para la evaluación técnica financiera se toma en consideración los siguientes factores que se presentan a continuación:

- Mantenimiento vial
- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Beneficio / Costo

### 10.6.1 Mantenimiento Vial

A continuación, se presenta los costos de mantenimiento vial dentro de los primeros 10 años de vida del proyecto.

**Tabla 154**

#### *Mantenimiento vial*

COSTO DEL MANTENIMIENTO VIAL EN EL PRIMER AÑO DE OPERACIÓN						
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	# VECES	TOTAL
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manul (alcantarillas)	m3	284,34	15,5	1	4407,27
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	3000	5,5	1	16500
TOTAL						20907,27
COSTO DEL MANTENIMIENTO VIAL EN EL SEGUNDO AÑO DE OPERACIÓN						
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	# VECES	TOTAL
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manul (alcantarillas)	m3	284,34	15,5	1,00	4407,27
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	3000	5,5	1,00	16500,00
3	Sellado en la capa de rodadura con mortero asfáltico	m2	19200,00	1,05	1,00	20160,00
TOTAL						41067,27
COSTO DEL MANTENIMIENTO VIAL EN EL SEXTO AÑO DE OPERACIÓN						
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	# VECES	TOTAL
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manul (alcantarillas)	m3	284,34	15,5	1,00	4407,27
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	3000	5,5	1,00	16500,00
3	Sellado en la capa de rodadura con mortero asfáltico	m2	19200,00	1,05	1,00	20160,00
4	Realizacion de bacheo asfáltico en la via	m3	100,00	150,20	1,00	15020,00
TOTAL						56087,27
COSTO DEL MANTENIMIENTO VIAL PARA EL DECIMO AÑO DE OPERACIÓN						
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	# VECES	TOTAL
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manul (alcantarillas)	m3	284,34	15,5	1,00	4407,27
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	3000	5,5	1,00	16500,00
3	Fresado de pavimento asfáltico	m3	450,00	9,50	1,00	4275,00
4	Colocacion de carpeta asfáltica 9 cm	m2	19200,00	7,20	1,00	138240,00
TOTAL						163422,27

Elaborado por: Los autores



### 10.6.2 Valor Actual Neto (VAN)

El van es un indicador financiero, que permite determinar la viabilidad del proyecto, en función de los ingresos y egresos futuros, disminuyendo la Inversión Inicial del proyecto.

Para determinar si cualquier proyecto es viable o no se sigue las siguientes recomendaciones:

- $VAN > 0$ ; Proyecto Viable
- $VAN < 0$ ; Proyecto No Viable
- $VAN = 0$ ; Proyecto Indiferente

Para la determinación del van se acoge la siguiente expresión que se muestra a continuación:

$$V.A.N = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1 + K)^t} - lo$$

Donde:

- $Vt$  Representa los flujos de caja en cada periodo (t)
- $Lo$  Valor del desembolso inicial de la inversión
- $n$  Número de periodos considerado
- $k$  Interés

El valor de la tasa de interés se determina con la siguiente expresión:

$$K = Tasa Pasiva + EMBI (Riesgo País)$$

Los valores de la tasa pasiva y del riesgo país se las obtiene del banco central del ecuador, los valores adoptados tanto para la tasa pasiva como para el riesgo país son del año 2020 y del mes de diciembre, son las siguientes:

- Tasa Interés Pasiva 6.22%
- Riesgo país 10.62%

$$K = Tasa\ Pasiva + EMBI\ (Riesgo\ Pais)$$

$$K = 6.22 \% + 10.62 \%$$

$$K = 16.84 \%$$

### **10.6.3 Tasa Interna de Retorno (TIR)**

El TIR es un indicador económico que permite determinar la viabilidad del proyecto bajo las siguientes consideraciones.

- TIR > TMAR; Es viable
- TIR < 0; No es viable
- TIR = TMAR, Es indiferente

Para la determinación del van se acoge la siguiente expresión que se muestra a continuación:

$$V.A.N = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1 + TIR)^t} - lo$$

Donde:

- Vt Representa los flujos de caja en cada periodo (t)
- Lo Valor del desembolso inicial de la inversión
- n Número de periodos considerado
- k Interés
- TIR Tasa Interna de Retorno

#### **10.6.4 Beneficio / Costo**

El análisis de beneficio y costo del proyecto se radica en comparar los valores de los costos con los valores de los beneficios que tiene el proyecto, lo que permite indicar la rentabilidad del proyecto.

Para que un proyecto sea rentable, indiferente o no rentable se debe tomar en consideración las siguientes variables.

- Cuando la relación  $B/C > 1$ ; el proyecto es económicamente viable
- Cuando la relación  $B/C < 1$ ; el proyecto no es económicamente viable
- Cuando la relación  $B/C = 1$ , el proyecto es económicamente dudoso.

Para su determinación se usa la siguiente expresión que se indica a continuación:

$$Relacion \frac{B}{C} = \frac{VAN \text{ ingresos}}{VAN \text{ costos / Gastos Brutos}}$$

Donde:

- VAN Ingresos: Valor actual neto de los ingresos / beneficios
- VAN costos/gastos brutos: Valor actual neto de los costos/gastos

Los indicadores económicos del presente proyecto son los siguientes, una vez determinados dichos indicadores con las distintas expresiones antes mencionadas:

**Tabla 155**

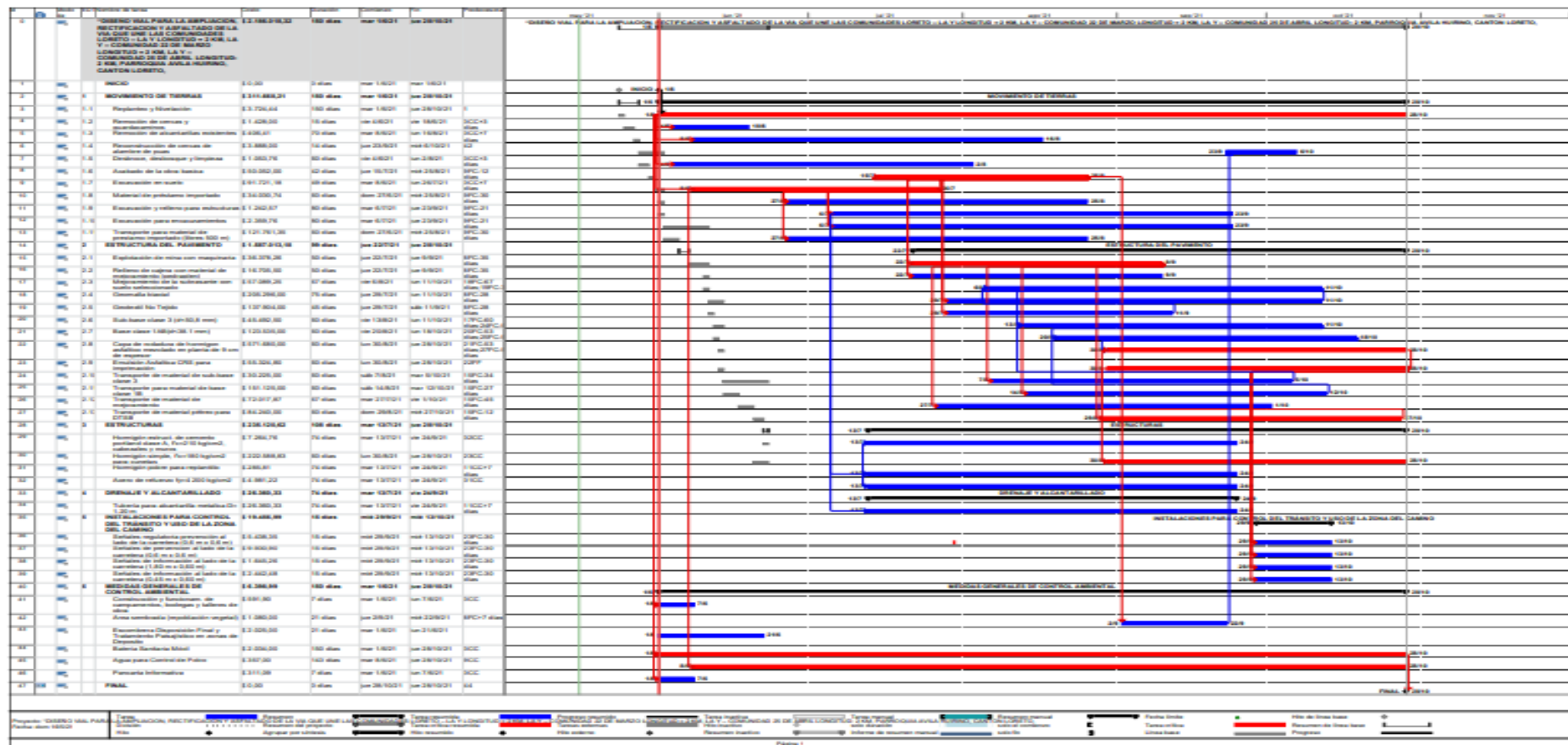
*Determinación del VAN, TIR, B/C del proyecto*

Años	Ingresos	Egresos	Flujo Neto	Factor	$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$	VAN acumulado
	A	B	A-B	(1+K)^t		
0	0	-2187169,84	-2187169,84	1,00	-2187169,84	-2187169,84
1	2195741,12	20907,27	2174833,85	1,17	1861377,82	-325792,02
2	216692,38	41067,27	175625,11	1,37	128648,14	-197143,87
3	223474,85	20907,27	202567,58	1,60	126997,54	-70146,33
4	230469,62	20907,27	209562,35	1,86	112446,79	42300,46
5	237683,32	20907,27	216776,05	2,18	99552,82	141853,27
6	245122,80	56037,27	189085,53	2,54	74320,57	216173,84
7	252795,15	20907,27	231887,88	2,97	78007,65	294181,49
8	260707,64	20907,27	239800,37	3,47	69042,65	363224,14
9	268867,79	20907,27	247960,52	4,06	61102,45	424326,59
10	277283,35	163422,27	113861,08	4,74	24013,74	448340,33
11	285962,32	20907,27	265055,05	5,54	47844,17	496184,50
12	294912,94	41067,27	253845,67	6,47	39216,71	535401,21
13	304143,71	20907,27	283236,44	7,56	37450,62	572851,83
14	313663,41	20907,27	292756,14	8,84	33130,22	605982,05
15	323481,07	20907,27	302573,80	10,32	29306,11	635288,16
16	333606,03	56037,27	277568,76	12,06	23009,43	658297,59
17	344047,90	20907,27	323140,63	14,09	22926,37	681223,95
18	354816,60	20907,27	333909,33	16,47	20275,93	701499,88
19	365922,36	20907,27	345015,09	19,24	17930,76	719430,64
20	377375,73	163422,27	213953,46	22,48	9516,74	728947,38
<b>VALOR ACTUAL NETO (VAN)</b>						<b>728 947,38</b>
<b>TIR</b>						<b>30%</b>
<b>B/C</b>						<b>1,3</b>

Elaborado por: Los autores

Tabla 156

Ruta Critica



Elaborado por: los autores

### 10.6.5 Fórmula Polinómica

La fórmula polinómica, constituye un procedimiento convencional, de cálculo para obtener, el valor de los incrementos de costos iniciales, que experimenta el presupuesto de una obra, en el tiempo.

La fórmula polinómica toma en consideración el presupuesto original, en donde se agrupan, los rubros más importantes e influyentes del proyecto.

#### Tabla 157

*Reajustes de precios con la Fórmula Polinómica*

#### GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE ORELLANA

PROYECTO: "DISEÑO VIAL PARA LA AMPLIACION, RECTIFICACION Y ASFALTADO DE LA VIA QUE UNE LAS COMUNIDADES LORETO – LA Y LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 22 DE MARZO LONGITUD = 2 KM, LA Y – COMUNIDAD 25 DE ABRIL LONGITUD: 2 KM, PARROQUIA AVILA HUIRINO, CANTON LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA"

##### DESCRIPCION DE SIMBOLOS Y FORMULA DE REAJUSTE

SIMBOLO	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO	COEFICIENTE
A	ACERO EN BARRAS	22.599,60	0,108
B	MANO DE OBRA	203.881,01	0,134
C	CEMENTO PORTLAND-SACOS	59.979,50	0,038
D	BETÚN PETRÓLERO (ASFALTO)	127.939,84	0,046
E	EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUC. VIAL	880.916,72	0,442
F	ALCANTARILLAS DE LÁMINAS DE METAL Y ACC.	25.387,06	0,004
G	COMBUS (MEZCLA 5% GASOLINARA; Y 95% DIESEL)	79.024,46	0,030
M	MADERA ASERRADA, CEPILLADA Y/ ESCUADRADA	18.569,50	0,014
P	MATERIALES PÉTREOS	45.478,41	0,166
X	I.P.C. NACIONAL	44.045,84	0,018
		<b>1.507.821,94</b>	<b>1,000</b>

Fuente: GADPO

## Figura 96

### *Descripción del contenido de la fórmula Polinómica*

DONDE:	DESCRIPCIONES
Pr =	Valor reajustado del anticipo o de la planilla.
Po =	Valor del anticipo o de la planilla calculada con las cantidades de obra ejecutado a los precios unitarios contractuales descontada la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.
Bo =	Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social: esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de la oferta que constará en el contrato.
B1 =	Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social: esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.
Co,Do,Eo...Zo=	Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes 30 días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constará en el contrato.
C1,D1,E1...Z1=	Los precios o índices de precios de los componentes principales a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.
Xo =	Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el índice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.
X1 =	Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el índice de precios al consumidor a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Ing. Civil Ronal A. Mendoza Macías  
ELABORADO

Fuente: GADPO

## **CAPÍTULO XI**

### **11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **11.1 Conclusiones**

- E tipo de terreno, donde se desarrolla el presente estudio, es ondulado, cuya pendiente oscila entre 3% y 6% respectivamente.
- El tráfico promedio diaria anual (TPDA) para el año actual 2020 es de 650 vehículos, el TPDA para el año de diseño 2040 es de 1001 vehículos, como resultado se tiene una vía de clase tipo III, de función colectora.
- El tipo de suelo de acuerdo a la clasificación SUCS es MH suelo Limo Orgánico de alta Plasticidad y de la clasificación AASHTO el tipo de suelo es: A-7-5, de color marrón; la sub rasante tiene un CBR= 10,28 T/m<sup>2</sup> de capacidad portante, su calidad es Regular a Buena.
- Las minas de donde se extraerán los materiales para la ejecución del proyecto son de la Mina Cepano (15 km) y Guayusa (75 km); para ser utilizadas como materiales de construcción se basó en la distancia de la mina al proyecto y de la calidad del material (Base I B–Sub Base clase III) obtenida mediante ensayos de laboratorio.
- La estructura vial del pavimento Flexible es de 64 cm y está conformada por las siguientes capas: 25 cm de mejoramiento, 15 cm de Sub base ,15 cm de base y 9 cm de Carpeta asfáltica
- La velocidad de diseño del proyecto es de 60 km/h, un peralte máximo de 10%, radio mínimo de 110 m.
- La sección transversal típica es de 9.70 m está conformada por una calzada de 6 m, cuneta de 0,85 m de ancho y un espaldón de un metro.



- la Intensidad de precipitación es de  $I = 169,44$  mm/h, tiempo de concentración de 12 minutos, el caudal máximo de diseño es de  $1,49$  m<sup>3</sup>/s para la obra de drenaje transversal. El Diámetro de las 7 alcantarillas de sección circular es de 1,2 m, de material Ármico.
- La sección de la cuneta, longitudinal, es triangular, el caudal máximo de diseño para la mismas es de  $0,19$  m<sup>3</sup>/s. sus dimensiones son: ancho de 85 cm, profundidad de 30 cm y espesor de 10 cm de hormigón simple.
- Las señalizaciones regulatorias de prevención son 23 (pare, no rebasar, máxima velocidad), las señales preventivas son 42 (curva a la izquierda, curva la derecha, Bifurcación en Y) y 6 señales informativas
- En lo que respecta a la evaluación ambiental, el proyecto vial se lo cataloga como tipo II, en función a que el proyecto se trata de una ampliación y rectificación de vía, cuyos impactos ambientales, son considerados de bajo impacto, de acuerdo al Ministerio del Ambiente. Y en la zona de intervención del proyecto no consta con ninguna reserva ecológica o bosque protegido que pueda ser afectada.
- En cuanto a la evaluación económica – financiera, se tiene los siguientes indicadores económicos:  $TIR (30\%) > TIR MAX (16.84)$  y el B/C de 1.30 por lo tanto el proyecto es viable.

## **11.2 Recomendaciones**

- Se recomienda la ejecución del proyecto vial, en época de año en donde no exista mucha precipitación, debido que es un factor muy importante que altera el cronograma de ejecución de la obra.
- Para los materiales a emplearse en la construcción de la estructura vial del pavimento flexible, se deberá realizar los respectivos controles de calidad a través de los diferentes ensayos que permitan cumplir con las especificaciones técnicas tanto para base, sub base y para la capa de rodadura.
- Dictar, charlas, a los moradores beneficiarios del proyecto, con respecto al cuidado de las obras de drenaje longitudinal y transversal, para que no se genere sedimentaciones de sólidos y desbordamientos del caudal y el posterior deterioro de las obras de drenaje y de la vía en mención.
- Se recomienda realizar el respectivo mantenimiento de la obra vial durante la vida útil del proyecto, una vez cada año, con el fin de mitigar los impactos que pueden ocasionar tanto como es la precipitación de la zona y el tránsito generado.
- Se recomienda al departamento de planificación del GADPO, la respectiva verificación del proyecto realizado para el asfaltado en el cantón Loreto, parroquia Ávila Huirino, si existiere y consideraran, en el diseño realizar cambios o modificaciones queda a disposición realizarlos.

## Bibliografía

- (2015). *Actualización y Fortalecimiento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Joya de los Sachas*. Joya de los Sachas: Gobierno Autonomo Descentralizado de la Joya de los Sachas.
- Alcantara, J. (2005). *Precios Unitarios en la Construcción*. Mexico.
- BRAJA M, D. (2011). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones séptima edición*. Mexico, D.F.
- Cardenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- CHOW, V. T. (1994). *HIDROLOGIA APLICADA*. Santa Fe de Bogota: Nomos S.A.
- Cotan, S. (2007). *Valoración de Impactos Ambientales*. Sevilla.
- Duarte, A., & Martinez, S. (2011). *Manual Práctico de control de costos en obra civil, aplicada a construcciones de edificaciones. enfoque básico para el ingeniero*. efsdgsgwg. (s.f.).
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*. Quito.
- GAD Municipal de Loreto. (2019-2023). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Loreto*.
- GADPO. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana*.
- Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Avila Huirino. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Avila Huirino*. Loreto.
- Gómez, H., & Jonathan, S. (2020). *Diseño vial para la ampliación, rectificación y asfaltado de la vía que interconecta la Pre-cooperativa Mariscal Sucre-Comunidad Brisas del Jivino, longitud=6.138 km, parroquia La Joya de los Sachas, cantón La Joya de los*

- Sachas, provincia de Orellana. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18597>*
- Guía AASHTO para le Diseño de Estructuras de Pavimentos. (1993).
- Gutierrez Caiza, C. (2014). *Hidrologia Basica y Aplicada*. Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Higuera Sandoval, C. H. (2010). *Nociones sobre metodos de diseño de estructuras de pavimentos de carreras*. Boyaca: UTPC.
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion . (2011). *Señalización Vial.Parte 2.Señalización Horizontal*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion . (2011). *Señalización Vial.Parte1.señalización Vertical*. Quito.
- Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura IICA. (1996). *Evaluacion y seguimiento del impacto ambiental en proyectos de inversion para el desarrollo agricola y rural*. San Jose: Serie Publicaciones.
- Instituto Nacional de Metereologia e Hidrologia. (2015). *Anuario Metereologico*. Quito.
- Instituto Nacional de Metereologia e Hidrologia INAMHI. (2017). *Anuario Metereologico*. Quito.
- James, C. (2013). *Diseño Geometrico de Carreteras*.
- Lemos R, R. (1999). *Drenaje Vial Superficial y Subterraneo*. Popayan.
- Luis, A. (2013). Acondicionamiento de un Equipo Triaxial Cíclico Para la Estimación de Módulo Resiliente, Utilizado en el Diseño de Pavimentos[Tesis de Grado,Universidad San Francisco de Quito]. *Repositorio Institucional*. Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1367>
- Martinez, F. G. (2015). *ANÁLISIS Y EJECUCIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA OBRA EMPLEANDO EL DIAGRAMA DE CURVA MASA*[Tesis de

- Maestria, Universidad de Piura*]. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/2441>
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR . (2013). *PROCEDIMIENTO DE OPERACION Y SEGURIDAD VIAL (VOLUMEN 5)*. Quito.
- Ministerio de Transporte y obras Publicas del Ecuador (NEVI 12). (2012). *Norma para Estudios y Diseño Vial (Volumen N°2 - libro A)*. Quito.
- Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador. (2012). *Norma Para Estudios y Diseño Vial (Volumen N°2 - libro B )*. Quito.
- Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador NEVI 12. (2012). *Volumen N°2 - Libro B Norma Para Estudios y Diseño Vial*. Quito.
- Ministerio de Transportes y Obras Publicas del Ecuador. (2012). *Volumen N°3 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo ministerial numero 28: Libro VI de la calidad ambiental*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Quito.
- MOP. (2002). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES*. Quito.
- Norma ASTM D 1557. (2006). Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada, Proctor Modificado.
- Norma ASTM D 1883. (2006). Ensayo para la Determinación de un Índice de Resistencia de los Suelos Denominado Valor de la Relación de Soporte CBR.
- Norma ASTM D 2216. (1988). Método de Prueba Estándar para la Determinación en Laboratorio del Contenido de Agua (Humedad) de Suelos y Rocas por Masa.
- Norma ASTM D 2487. (2015). Práctica Estándar para Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería.

- Norma ASTM D 3282. (2004). *Practica Estandar para la Clasificación de Suelos y Mezclas y de Suelo - Agregado para fines de Construcción de Carreteras.*
- Norma ASTM D 422. (2016). *Metodo de Analisis del Tamaño de las Partículas de Suelo.*
- Norma ASTM D 4318. (1984). *Metodo Estandar de Ensayos para Limite Liquido, Limite Plastico e Indice de Plasticidad de Suelos.*
- Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.* (2003).
- Pelaez, J. (2014). *Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos en Desarrollo.* Colombia.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Loreto.* (2020). Loreto.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Loreto .* (2015).
- Rivera, F. (2013). *Propuesta de Zonificación Ecológica Económica del cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana.* Quito.
- Sarabia, D. (2019). *DISEÑO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL BOCA DEL SUCIO - LAS DELICIAS - SAN SALVADOR, UBICADO EN LA PARROQUIA SAN GREGORIO, DEL CANTÓN MUISNE, DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana].* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16879>
- Soliz Baldovinos, I. (2013). *Costos Indirectos en la Construcción. (Tesis de Grado).* Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/3163/1/Costos%20Indirectos%20en%20la%20Construccion.pdf>

